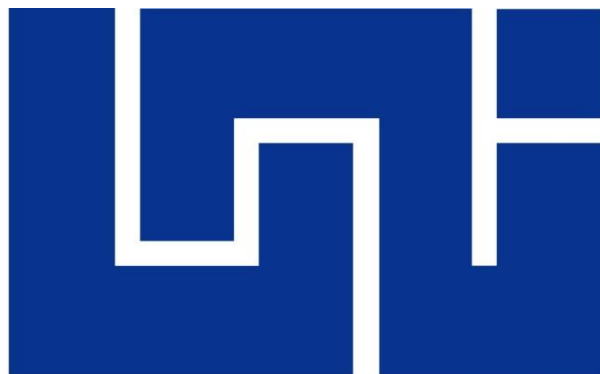


# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN



*Líder en Ciencia y Tecnología*

**DISEÑO DE LA ETAPA DE TRANSMISIÓN DE UNA RADIO FM,  
MEDIANTE ARREGLOS OPTIMIZADOS DE ANTENAS PARA LA ASOCIACIÓN  
IGLESIA APOSTÓLICA DE LA FE EN CRISTO JESUS**

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA COMO REQUISITO  
PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

**AUTORES:**

**Br. Ezequiel Nehemías Ramos Montano**

**Br. Suyen Myroslawa Blanco Martínez**

**TUTOR.**

**Msc. Oscar Napoleón Martínez**

**Managua, octubre 2017**



## DEDICATORIA

*A Dios por darnos la vida, guiarnos en todo momento y culminar esta etapa de nuestras vidas.*

*A nuestros padres y familiares por habernos brindado sus consejos, motivación y el apoyo incondicional.*

*Al Ing. Oscar Martínez, nuestra gratitud profunda, a todos los maestros y amigos por haber compartido sus valiosos conocimientos en el desarrollo de este trabajo monográfico.*



## **ABSTRACT**

The present monographic project shows a proposal of an FM radio, for the Association Apostolic Church of the Faith in Christ Jesus of Nicaragua IAFCJN. The recommendations and design parameters of the International Telecommunication Agency (ITU) and the legal permission of the Nicaraguan Institute of Telecommunications and Postal Services (TELCOR) are taken into account in establishing facilities that use the radio spectrum in the country of Nicaragua, since the radio is located in region 2 of the country, for the cities of Leon and Chinandega.

The transmitter is positioned in a location where there is no significant population density, respecting international and national recommendations regarding non-ionizing radiation and its possible effect on the human body. Mathematical calculations of design and simulation are presented.

In this monographic work, it was possible to verify that antenna arrangements with the maximum transmission of power between transmission lines and connectors obtain desired levels of coverage, reducing the power consumption of the transmitter, subject to operating costs.

The number of years that takes to recover the investment, has a long-term sustenance due to the non-profit nature of the IAFCJN as a function of the radial project, however, it is necessary to consider vital aspects and among them the auto sustainability of the FM radio broadcast system.



## RESUMEN

El presente proyecto monográfico muestra una propuesta de una radio FM, para la Asociación Iglesia Apostólica de la Fe en Cristo Jesús de Nicaragua IAFCJN. Se toma en cuenta las recomendaciones y parámetros de diseño del Organismo Internacional de Telecomunicaciones, ITU (por sus siglas en ingles) y el permiso legal del Instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Servicios Postales TELCOR, para establecer instalaciones que usen el espectro radioeléctrico, en el país de Nicaragua, ya que la radio se sitúa en la región 2 del país, para las ciudades de León y Chinandega.

El transmisor se posiciona en una localidad donde no hay densidad poblacional considerable, respetando las recomendaciones internacionales y nacionales en relación a las radiaciones no-ionizantes y su posible efecto sobre el cuerpo humano. Se presentan cálculos matemáticos del diseño y simulación.

En este trabajo monográfico se logró constatar efectivamente que los arreglos de antenas con la máxima transmisión de potencia entre líneas de transmisión y conectores se obtienen niveles de cobertura deseadas, reduciendo la potencia de consumo del transmisor, sujeto a costos de operación.

El número de años que se tarda en recuperar la inversión, tiene un sustento a largo plazo debido a la naturaleza de no lucro por parte de la IAFCJN en función del proyecto radial, sin embargo, es necesario considerar aspectos vitales y entre ellos destaca la auto sostenibilidad del sistema de radio difusión FM.



## TABLA DE CONTENIDO

1.1	INTRODUCCIÓN .....	2
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3	OBJETIVOS .....	5
1.3.1	<i>Objetivo general</i> .....	5
1.3.2	<i>Objetivo específicos</i> .....	5
1.4	CONTRIBUCIÓN DE ESTE TRABAJO .....	6
1.5	ESTRUCTURA DE CONTENIDO.....	7
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTO BÁSICOS .....</b>	<b>8</b>
2.1	SISTEMA DE RADIO .....	9
2.2	RECOMENDACIÓN DE LA UIT PARA SISTEMA DE ANTENAS.....	14
2.3	ASPECTOS TÉCNICOS DE DISEÑO .....	16
<b>3</b>	<b>DESCRIPCIÓN TÉCNICA.....</b>	<b>17</b>
3.1	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL.....	18
3.2	GENERALIDADES DE RADIO ENLACE .....	19
3.2.1	<i>Cálculos de radioenlace</i> .....	20
3.3	ETAPA DE POTENCIA .....	22
3.3.1	<i>Equipos para el centro de transmisión</i> .....	22
3.3.2	<i>Cálculos Matemáticos</i> .....	26
3.3.3	<i>Simulación</i> .....	29
3.4	PROYECCIÓN FINANCIERA .....	31
3.4.1	<i>Ingresos Financieros</i> .....	32
3.4.2	<i>Costos financieros</i> .....	35
3.4.3	<i>Flujos de Caja</i> .....	36
3.4.4	<i>Análisis de la TIR y el VAN</i> .....	38



<b>4</b>	<b>CASOS DE ANÁLISIS .....</b>	<b>40</b>
4.1	CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS.....	41
4.2	EL SAUCE “RADIO GUARDA BARRANCO” .....	42
4.3	LEÓN “RADIO JERUSALÉN” .....	45
4.4	CHINANDEGA “RADIO DILEXTUS” .....	50
4.5	COMPARACIONES ENTRE LOS CASOS .....	55
4.5.1	<i>Grafica comparativa</i> .....	63
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>64</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>66</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama simplificado de bloques de un sistema de comunicación.....	9
Figura 2 Transmisión local de una radiodifusora .....	10
Figura 3 Equipos para el procesamiento de datos .....	11
Figura 4 Red de dipolos verticales .....	14
Figura 5 Red de dipolos horizontales .....	15
Figura 6 Estudio de Radio FM .....	18
Figura 7 Etapa de Potencia y Estudio de producción radial .....	19
Figura 8 Transmisor EM 500 DIG PLUS.....	22
Figura 9 Antena MP .....	23
Figura 10 Cable coaxial Heliax .....	23
Figura 11 Conectores y Adaptadores RF.....	24
Figura 12 Distribuidores de FM .....	24
Figura 13 Estructura del sistema de transmisión .....	25
Figura 14 Coordenadas de transmisor cerro mata de Caña, Telica. ....	29
Figura 15 Radiación, Propuesta de Diseño, Simulación, Software, Radio Mobile R. ....	29
Figura 16 Transmisión y recepción, Propuesta de Diseño, Software, Radio Mobile R. ....	30
Figura 17 Retorno de Inversión mediante el PAYBACK .....	39
Figura 18 Radiación “Radio Guarda Barranco” El sauce, software Radio Mobile.....	43
Figura 19 Tx y Rx, “Radio Guarda Barranco” El sauce, Software, Radio Mobile R. ....	44
Figura 20 Radiación, “Radio Jerusalén” León, Software, Radio Mobile R. ....	48
Figura 21 Tx y Rx, “Radio Jerusalén” León, Software, Radio Mobile R. ....	49
Figura 22 Radiación, “Radio Dilextus” Chinandega, Software, Radio Mobile R. ....	53
Figura 23 Tx y Rx, “Radio Dilextus” Chinandega, Software, Radio Mobile R.....	54
Figura 24 Tx y Rx, dos antenas, Tx a 450 W, “Radio Guarda Barranco”, Radio Mobile R. .....	58
Figura 25 Tx y Rx, dos antenas, Tx a 580 W “Radio Guarda Barranco”, Radio Mobile R.	59



Figura 26 Tx y Rx, Sistema con cuatro antenas, “Radio Jerusalén”, Radio Mobile R. ....	60
Figura 27 Tx y Rx, Sistema con seis antenas, “Radio Dilextus”, Radio Mobile R.....	61
Figura 28 Tx y Rx, Sistema con ocho antenas, “Diseño Propuesto”, Radio Mobile R.....	62

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1 Ubicación de las instalaciones de radio FM.....	19
Tabla 2 Especificaciones técnicas del transmisor .....	22
Tabla 3 Inversión general del sistema de radio. ....	31
Tabla 4 Ingresos Mensuales .....	32
Tabla 5 Ingresos mensuales por programas.....	33
Tabla 6 Ingresos Mensuales por pautas comerciales.....	34
Tabla 7 Total ingresos anuales .....	34
Tabla 8 Costos de planilla .....	35
Tabla 9 Costos totales.....	36
Tabla 10 Flujo de caja mensual .....	36
Tabla 11 Flujo por año .....	37
Tabla 12 <i>Análisis de la TIR y el VAN</i> .....	38
Tabla 13 PAYBACK.....	38
Tabla 14 Especificaciones de los arreglos de antenas .....	41
Tabla 15 Coordenadas geográficas de los casos de análisis.....	42
Tabla 16 Análisis de Casos, Potencia del Tx vs. Consumo.....	56





## **CAPÍTULO I.**

### **INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se presentan la introducción del tema, se muestra el planteamiento del problema, los objetivos establecidos, la contribución de este trabajo monográfico y la estructura del contenido.



## 1.1 Introducción

El presente documento, tiene como objeto brindar información relacionada al diseño de la etapa de transmisión de una emisora FM para la Asociación IAFCJN [1] [2], en el occidente de Nicaragua, correspondiente a los departamentos de León y Chinandega [3], a través de arreglos de elementos radiantes optimizados, a la calidad de señal radiada y niveles de cobertura, de manera que esto permita reducir el consumo energético a razón de potencia radiada. Tomando en cuenta las recomendaciones de la ITU [26] y aspectos regulatorios de TELCOR [29].

En este trabajo hacemos un análisis del problema que enfrentan las radio emisoras con respecto a los pagos de energía comercial, centrando nuestra atención en la potencia de consumo con la que operan, y cómo podemos disminuir este factor, sin comprometer los niveles de calidad y cobertura, utilizando arreglos de antenas, obteniendo la máxima transferencia de potencia entre transmisor y elementos radiantes, disminuyendo así, significativamente los costos de operación, permitiéndonos triar la mejor solución, en lo que corresponde a tecnología, considerando los aspectos regulatorios [4], posiblemente sea esta la limitante más significativa y de mayor prioridad; esto bajo la premisa que actualmente en Nicaragua existen cuadros muy pequeños de frecuencia en el espectro disponible para radios FM (Banda II: 87,5 MHz -108 MHz) [5], por tal razón TELCOR no emite permisos de operación para evitar niveles intolerables de interferencia tanto adyacentes, como cocanal.

Actualmente en Nicaragua las radio emisoras FM optan por utilizar transmisores con grandes capacidades de potencia de radiación para cubrir ciertas zonas con altos niveles de calidad innecesarios en la señal emitida, pero esto conlleva a consumos energéticos considerables y por ende a facturas energéticas



con altos costos económicos; es posible conseguir una EIRP satisfactoria acorde a los requerimientos planteados sin utilizar transmisores de alta potencia, a través de los arreglos de antenas los cuales pueden ser optimizados para un sistema de transmisión altamente eficiente y con costos de factura eléctrica bajos, Considerando los trabajos relacionados al tema de estudio [6] [7].

Cumplimos con el objetivo de realizar el diseño optimizado en la etapa de transmisión de una radio FM, la cual está estructurada por un transmisor que puede ser setiado a una determinada potencia, utilizando una línea de transmisión adecuada, conectores, distribuidores de potencia, antenas, entre otros elementos [8]. Teniendo en cuenta que, la potencia radiada depende de la potencia del transmisor, menos las perdidas presentadas por el resto de elementos mencionados anteriormente, excepto los elementos radiantes que proporcionan una ganancia por las antenas que aportan al sistema de transmisión un factor de ganancia por arreglo [9], considerando el estado del arte de arreglos de elementos radiantes [10] [11] [12].



## 1.2 Planteamiento del problema

Las radios emisoras FM enfrentan en Nicaragua serios problemas en cuanto a sus costos de operación identificando el foco principal la factura energética, a esto se suma los inconvenientes presentados en la óptima capacidad de coberturas y niveles de potencia de la señal con niveles aceptables. La principal causa es porque la mayor parte de los operadores de emisoras FM en el país radian con transmisores de potencia muy elevadas (Proporcional a su consumo energético, reflejado en una factura para su efecto), lo cual desde el punto de vista de algunos empresarios radiales optimizar sus sistemas de transmisión es lo que se busca y pretende para tener una mejor calidad de señal y cobertura. Pero, ¿Cómo optimizar la potencia de radiación a través de un sistema de transmisión de bajo costo?



## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo general

Diseñar la etapa de transmisión de una emisora FM para la Asociación IAFCJN a través de arreglos de elementos radiantes optimizados a la calidad de señal radiada y niveles de cobertura, de manera que esto permita reducir el consumo energético a razón de potencia radiada.

### 1.3.2 Objetivo específicos

Determinar el arreglo de antena que garantice los requerimientos planteados, de una serie de posibles diseños del sistema de transmisión de emisoras de radio FM.

Establecer los elementos de conexión entre transmisor y elementos radiantes, de manera que las pérdidas generadas por dichos elementos sean mínimas y la escogencia de los tales sea la más adecuada y precisa para obtener la máxima transferencia de potencia entre transmisor y antena o arreglo de antenas.

Modelar cobertura y calidad de señal de una emisora FM utilizando arreglos de antenas, mediante el software Radio Mobile y Matlab® para el modelo idealizado del patrón de radiación.

Realizar un análisis de costo de proyección financiera, de esta forma garantizar el auto sostenimiento del proyecto.



## 1.4 Contribución de este trabajo

Este trabajo monográfico propone un diseño de emisora FM, basado en las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y dentro del marco legal del Instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Correos (TELCOR). El proyecto es planteado para optimizar la máxima transferencia de potencia entre transmisor y arreglo de elementos radiantes al nivel de cobertura deseado. Contribuyendo a la eficiencia en el consumo energético, así mismo obteniendo bajos costos económicos.

Parte del contenido en ésta monografía ha sido presentado como formato de solicitud de autorización para prestar servicios de telecomunicaciones ante el ente regulador, mediante el siguiente informe: “Estudio de Viabilidad Técnico-Económico para la Instalación de una Emisora FM en el Occidente de Nicaragua”. El diseño de radio se implementa a través de la Asociación de Iglesias Apostólicas del occidente de Nicaragua (IAFCJN). La radio FM es un medio que permite la expansión del evangelio, como principal objetivo de dicha asociación. Para la ejecución de este proyecto se plantea la proyección económica, demostrando el autosostenimiento del mismo.

El trabajo descrito puede ser considerado como guía de estudio, consulta o referencia en relación al tema de estudio, diseño de la etapa de transmisión de una radio FM, mediante arreglos optimizados de antenas.



## 1.5 Estructura de contenido

El presente trabajo monográfico está estructurado en capítulos y sus anexos de la siguiente forma: en el primer capítulo se muestra la introducción, se presentan los objetivos establecidos, la contribución de este trabajo monográfico y la estructura del contenido. El capítulo 2 se dedica a los fundamentos técnicos del sistema de transmisión local de radio, características de arreglos de antenas según la UIT y normativa de sistemas de radio.

El capítulo 3 presenta la descripción funcional de la radio FM, abordando ampliamente la etapa de transmisión de radio, los equipos a utilizar, el sistema radiante y demás componentes, se incluyen cálculos y simulación que representa la cobertura de la señal radiada en software Radio Mobile. Además se presenta una proyección económica en general que demuestra la capacidad institucional para autofinanciar el sostenimiento del proyecto de radio FM.

En el capítulo 4 se consideran escenarios existentes de radio emisoras FM en la región occidental del país, para cada caso se realiza una evaluación que incluyen cálculos y simulación, posteriormente una comparación de los casos de estudios referido justamente para analizar nuestra propuesta de radio FM.

Se presentan las conclusiones y recomendaciones de este trabajo de investigación y finalmente los anexos.



## **CAPÍTULO II.**

### **2 FUNDAMENTO BÁSICOS**

Este capítulo se presenta un resumen de los aspectos técnicos de sistemas de radio, sobre una transmisión local de una radiodifusora y sus instalaciones, asimismo las recomendaciones de la UIT para los de sistemas de antenas y demás normativas para sistemas de radio FM.





## 2.1 Sistema de radio

Un sistema de radio es descrito como un sistema de propagación (Freeman, 2007), por consiguiente, se trasfiere información de un lugar a otro. Todas las formas de información se deben convertir a energía electromagnética antes de ser propagadas, a través de un sistema de comunicación (Tomasi, 2003) que comprende transmisor, medio de transmisión y receptor. La representa el diagrama simplificado de bloques de un sistema de comunicación en general.

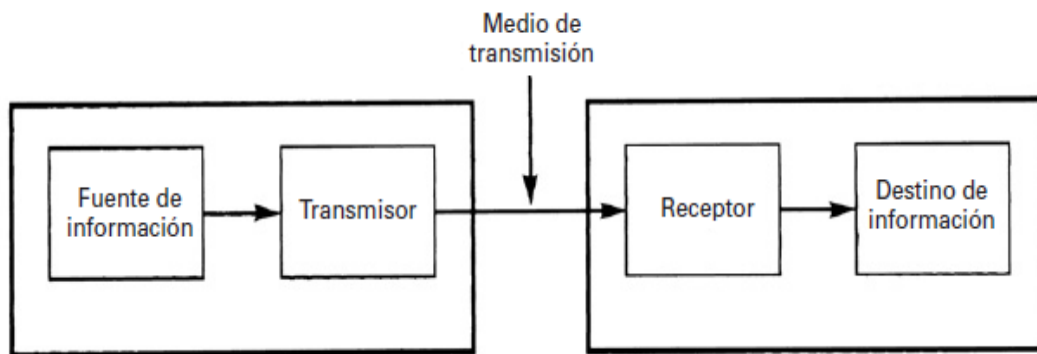
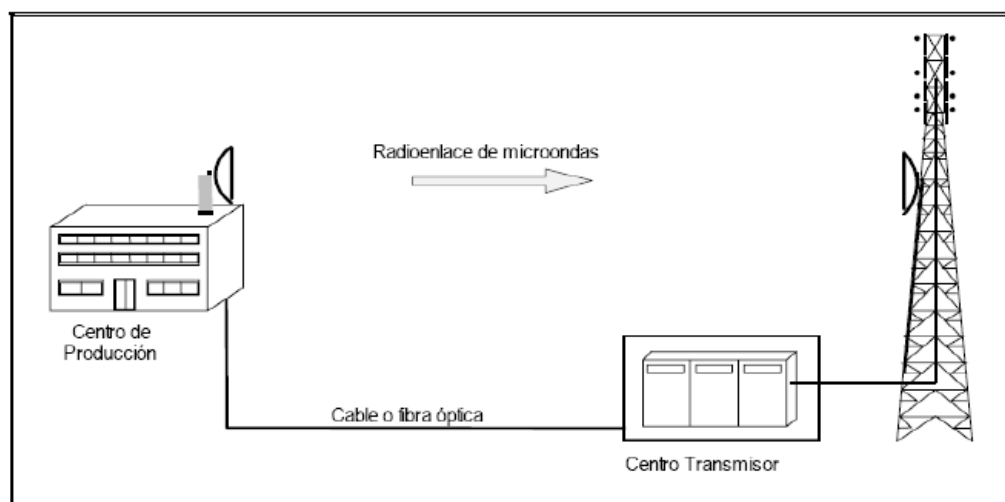


Figura 1 Diagrama simplificado de bloques de un sistema de comunicación

Fuente: Wayne Tomasi, (2003)

Un sistema de radiodifusión es un conjunto de la estación matriz y sus repetidoras que emiten simultáneamente la misma programación. La señal de audio es generada en un centro de producción, luego el destino de esta señal puede ser un transmisor local, o a su vez una red de transmisores para cubrir una región o un país (Chulde, 2009). La siguiente representa una transmisión local de una radiodifusora.



*Figura 2 Transmisión local de una radiodifusora*

Fuente: Héctor Chulde, (2009)

Este tipo de transmisión se destina a cubrir una población donde el transmisor puede estar localizado o no en el propio centro de producción, cuando el transmisor esté situado en el centro de producción o muy cercano a éste, la conexión se realiza directamente mediante cable coaxial de  $50\Omega^1$  cuya longitud no deberá exceder los 2m. Para el caso donde el transmisor esté fuera, el transporte de la señal puede hacerse mediante cable, fibra óptica o radioenlaces de microondas (Chulde, 2009).

Una estación de radiodifusión dispone de las siguientes instalaciones:

- Estudio o centro de producción
- Enlace Estudio Transmisor
- Centro de transmisión, A continuación, se detallan, respectivamente.

---

<sup>1</sup> Impedancia típica en transmisiones FM



El estudio o centro de producción es donde se origina la programación diaria. El equipamiento básico se describe de manera general: infraestructura física, sistema eléctrico, puesta a tierra, aire acondicionado y para el procesamiento de datos se requiere de la consola o meza de mezclas con diversidad de canales, ésta se muestra en la Figura 3.

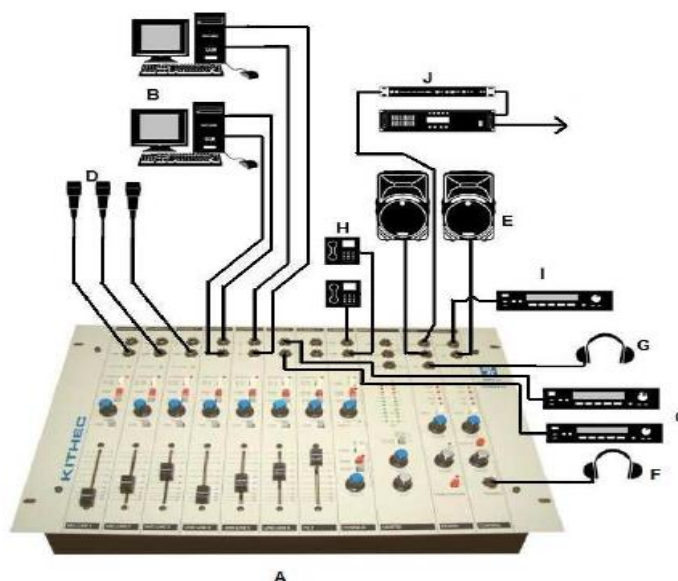


Figura 3 Equipos para el procesamiento de datos

Fuente: Mora, (2010)

- A** Mesa de audio, en imagen consola MPXII marca Kithec
- B** Computadoras con capacidad de desempeño, software radial
- C** Reproductores de CD\DVD
- D** Micrófonos de alta calidad
- E** Altavoces para la monitorización del sonido
- F** Audífonos para el operador
- G** Audífonos para la salida del audio
- H** Líneas telefónicas conectadas
- I** Receiver para bajar la señal que está en el aire
- J** Procesador de audio. Conectado a la salida de la consola y previo enlace.



Para establecer un radioenlace por microondas conveniente para grandes distancias, se considera la ubicación geográfica, permisos legales correspondientes, equipo transmisor y receptor de enlace, ambos con sus respectivas antenas, conectores y líneas de transmisión.

La realización de un enlace, requiere la transferencia de energía electromagnética al medio de propagación en el extremo transmisor y la extracción de energía del medio en el extremo receptor. El medio de transmisión introduce distintas interferencias afectando la calidad de la señal recibida, por lo que se corrige mediante técnicas adecuadas de recepción, frecuencia central y ecualización (Rábanos, 2010).

Los equipos transmisor y receptor de enlace tienen como función modular señales, amplificar, emitir o recibir ondas electromagnéticas a través de un circuito de acoplamiento denominado antena, a su vez la antena emite o recibe las ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. El tipo más común de antena de transmisión y recepción de microondas es el reflector parabólico. Los conectores y las líneas de transmisión se usan para acoplar en forma eficiente ondas electromagnéticas entre una antena y un transceptor (Perez, 2010).

Los puntos enumerados a continuación influyen en la calidad del radioenlace (Palm, 2012):

- Polarización de la antena. Las antenas externas deben orientarse entre sí. La orientación del campo eléctrico que se irradia, horizontal o verticalmente.
- Ganancia y directividad de la antena. Es una misma concentración de energía radiada en un sector angular o patrón direccional.
- Cable RF adecuados al desplazar la antena, con la misma impedancia se obtiene la máxima transferencia de energía entre transmisor y antena.
- Reposicionamiento de los módulos de radio en el grupo de montaje electrónico.



- Transmitir energía. Aumento de la potencia de transmisión.

El conjunto de equipos constituidos por modulador, filtro, antena, conectores y línea de transmisión, se denomina centro de transmisión o abreviadamente transmisor (Rábanos, 2010), así mismo se toma en cuenta la estructura física, sistema eléctrico y pararrayo.

El modulador es el circuito encargado de realizar el proceso de modulación, que es el proceso de cambiar una o más propiedades de la portadora de alta frecuencia, en proporción con la señal de información y se produce una onda modulada. Si se varía la frecuencia en forma proporcional a la señal de información, se produce la modulación de frecuencia FM (Tomasi, 2003). En general esta onda modulada a una frecuencia específica es adaptada para su difusión en un área determinada.

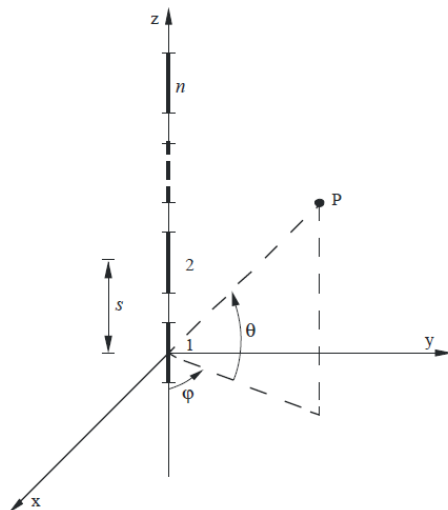
En la radiodifusión FM, generalmente se implementan arreglos de antenas o red de antenas cuando se combinan dos o más elementos de antena para formar una sola antena. Un elemento de antena básico está formado por un dipolo de media o de un cuarto de onda. Estos arreglos de antena tienen dos formas de alimentación, con líneas de transmisión y con distribuidores de potencia. El objetivo de una red de antenas es aumentar la directividad de un sistema de antena y concentrar la potencia irradiada dentro de un área geográfica menor (Tomasi, 2003).

Para el soporte de la antena se utiliza una torre no auto soportada, compuesta por la baliza, pararrayo con su sistema de aterramiento y escalera de acceso, dependiendo de la disponibilidad de espacio para su instalación y los requerimientos de altura para su cobertura autorizada. Se detalla a continuación características de sistemas de antenas para radiodifusión basado en las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

## 2.2 Recomendación de la UIT para sistema de antenas

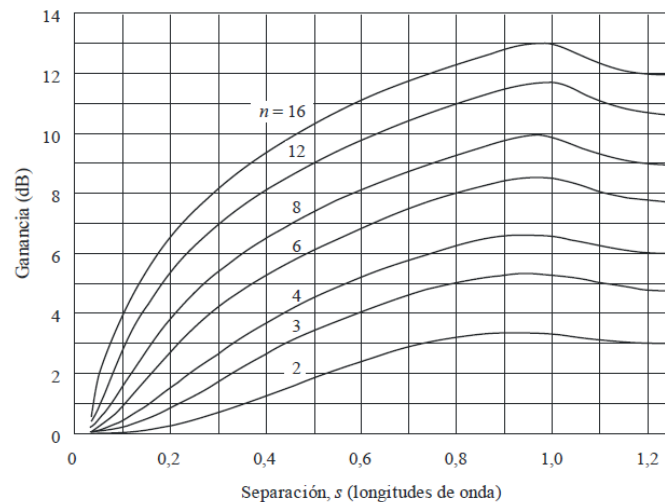
La UIT es el organismo especializado de las Naciones Unidas para las Tecnologías de la Información y la Comunicación-TIC (UIT, 2016) dentro de sus normativas tomamos en cuenta la recomendación UIT-R BS.1195, las características de sistemas de antenas transmisoras y receptoras de ondas métricas y decimétricas (UIT, 2013).

Un sistema de antena agrupa un número de elementos radiantes en disposiciones geométricas y eléctricas conocidas como redes lineales, cuya respuesta en conjunto se obtiene alta ganancia y diagrama de radiación optimizado. Las redes lineales de elementos radiantes están separados a la misma distancia unos de otros todos con corrientes de la misma amplitud y fase. Esta red se clasifica de acuerdo a la posición geométrica de cada elemento radiante, como se muestra en la siguiente 4 y Figura 4 Red de dipolos verticales



Fuente: UIT, (2013).5.

a) Arreglo de elementos



b) Ganancia según número de elementos y separación.

Figura 4 Red de dipolos verticales

Fuente: UIT, (2013).

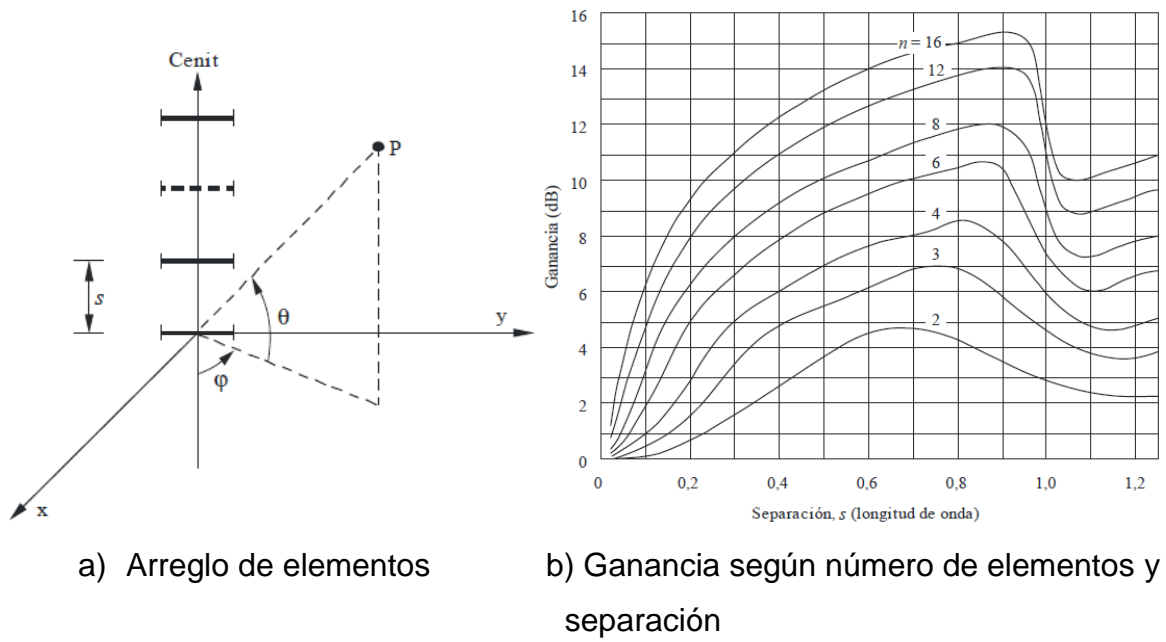


Figura 5 Red de dipolos horizontales

Fuente: UIT, (2013).



## 2.3 Aspectos técnicos de diseño

Se presentan aspectos a tomar en cuenta para garantizar el funcionamiento conveniente de la radiodifusión FM:

- “Definiciones de la radiación en radiodifusión<sup>2</sup>”, para determinar y definir terminología en la radiación de los transmisores de radiodifusión (UIT, 1986).
- “Método de medición de la máxima desviación de frecuencias de las desviaciones de radiodifusión en FM a utilizar en las estaciones de comprobación técnica<sup>3</sup>”, recomendación de la UIT considerada en base a los efectos de interferencia provocados y recibidos por otras fuentes de emisión cocanales o adyacentes (UIT, 2015).
- Compatibilidad Electromagnética, “Mantenimiento de la adecuación de los equipos de telecomunicaciones de producción en su entorno electromagnético previsto”<sup>4</sup> (UIT, 2004). Nivel de protección (de I a IV) determinado por la evaluación del riesgo rayos, determinado según la norma de la Comisión Internacional de Electricidad<sup>5</sup>, (IEC, 2010).

---

<sup>2</sup> UIT-R BS.561-2

<sup>3</sup> UIT-R SM. 1268-2

<sup>4</sup> UIT-R K63

<sup>5</sup> CEI 62305-2





## **CAPÍTULO III.**

### **3 DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

En este capítulo se hacen mención del centro de producción y radioenlace analógico; y se presenta el diseño para el centro de transmisión, se definen los equipos elementales tomando en cuenta las recomendaciones presentadas anteriormente, asimismo el cálculo, simulación y proyección financiera.

### 3.1 Descripción funcional

Como se ha visto hasta ahora, una transmisión de RF requiere un conjunto de elementos técnicos a considerar asimismo del parámetro principal de frecuencia asignada por el ente regulador, indicada en 107.3 MHz. La Figura 6 representa la estación de radio FM que es una transmisión local que se dispone a dar cobertura en la ciudad de León.

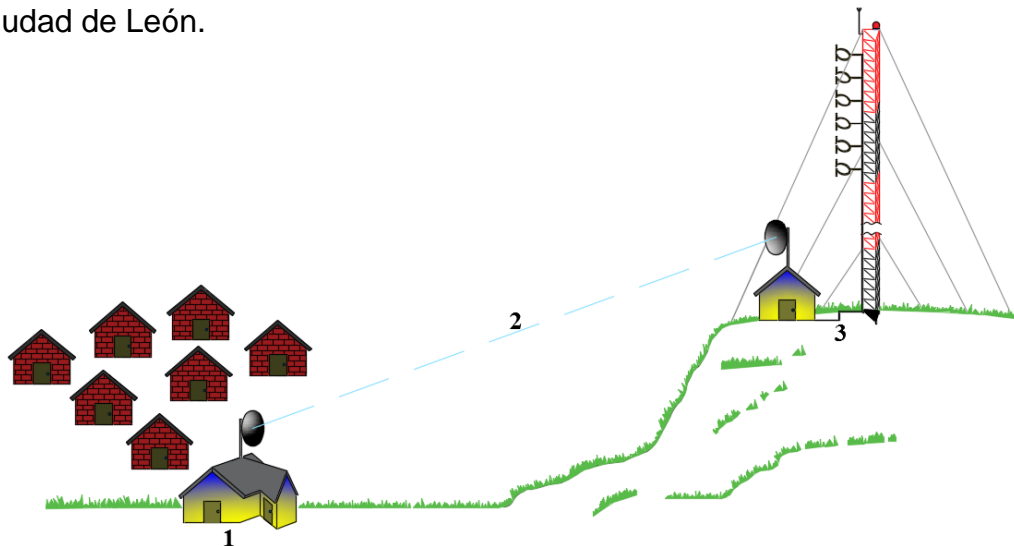


Figura 6 Estudio de Radio FM

Fuente: Autores, (2016)

Las instalaciones del estudio están situadas en Texaco Guido 2C al Sur 1 ½ arriba y el transmisor en el cerro Mata de Caña, Ciudad León, éste se posiciona en una localidad donde no hay densidad poblacional considerable, respetando las recomendaciones internacionales y nacionales en relación a las radiaciones no-ionizantes y su posible efecto sobre el cuerpo humano<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> UIT-T K52, ICNIRP, FCC.



## 3.2 Generalidades de Radio Enlace

Tabla 1 Ubicación de las instalaciones de radio FM

Ubicación	Latitud	Longitud	Elevación
Estudio	12.43225 N	-86.89005 E	89 m
Transmisión	12.55611 N	-86.75694 E	806.7 m

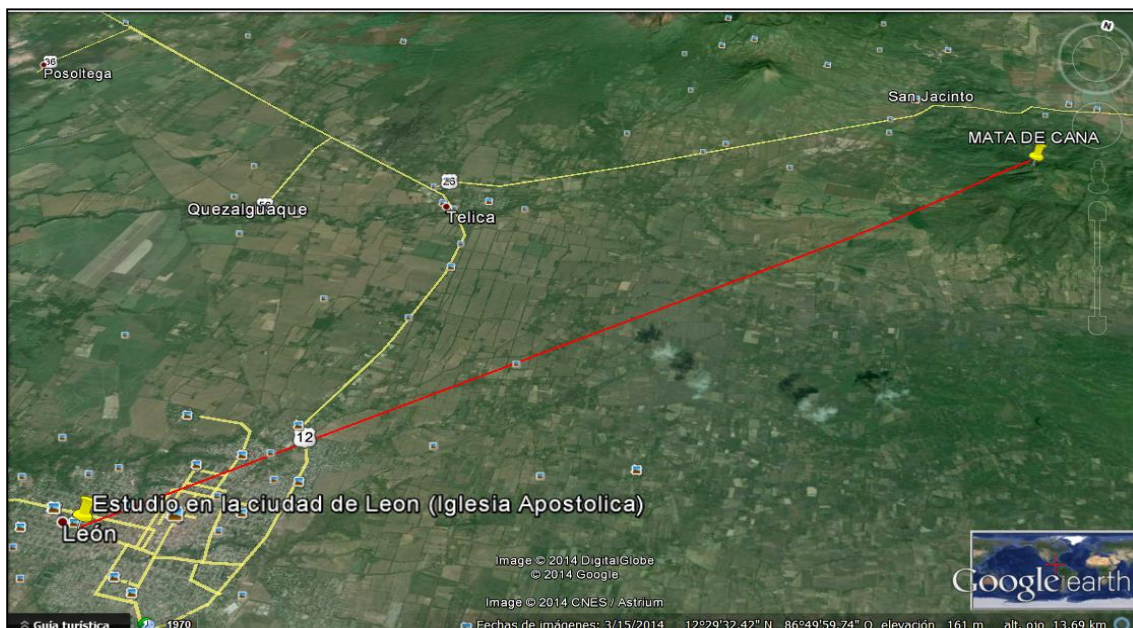


Figura 7 Etapa de Potencia y Estudio de producción radial

Se presenta un radioenlace analógico entre una distancia de 20.02 km, el terreno es boscoso con un clima caliente y húmedo. El radioenlace está compuesto por un transmisor y un receptor de OBM MT/MR PLATINUM, el transmisor es de 20W y funciona en la banda de 170-960MHz. En nuestro caso seteamos el transmisor con una potencia de salida de 10 W y se transmitirá con una frecuencia de 200 MHz.



Las antenas que se utilizan para el radioenlace es la Yagui-Uda con ganancia de 10 dBd equivale a 12.15 dBi, se utiliza diversidad de polaridad y un objeto de confiabilidad de 99.9998%. Para las líneas de transmisión se utiliza coaxial de 1/2", 9 m en el transmisor y 22 m en el receptor.

### 3.2.1 Cálculos de radioenlace

En función de la información anterior se presentan cálculos del radioenlace analógico.

#### 1. Potencia de salida en el Tx

$$P_{Tx} = 10 \text{ w}$$

$$P_{Tx} = 10 \log_{10}(10 \text{ w}) = 10 \text{ dBw}$$

$$P_{Tx} = 10 \text{ dBw} + 30 = 40 \text{ dBm}$$

#### 2. Pérdidas de línea y par de acople en el Tx

$$L_{L\ Tx} = L_L + L_{Acople}$$

\* Las pérdidas para 9 m de línea de 1/2", es de 3.10 dB/100 (fabricante)

$$L_L = 9 \text{ m} * 3.10 \text{ dB}/100 = 0.279 \text{ dB}$$

\* Las pérdidas por acople se estima de 1.2 dB (fabricante)

$$L_{L\ Tx} = 0.279 \text{ dB} + 1.2 \text{ dB} = 1.479 \text{ dB}$$

#### 3. Pérdida de línea y conectores en el Rx

$$L_{L\ Rx} = L_L + L_{Conect.}$$

\* Las pérdidas para 22 m de línea de 1/2", es de 3.10 dB/100 (fabricante)

$$L_L = 22 \text{ m} * 3.10 \text{ dB}/100 = 0.682 \text{ dB}$$

\* Las pérdidas por conectores se estima de 1.2 dB (fabricante)

$$L_{L\ Rx} = 0.682 \text{ dB} + 1.2 \text{ dB} = 1.882 \text{ dB}$$



#### 4. Pérdida de trayectoria de espacio libre

$$L_{trayecto} (dB) = 32.4 + 20 \log_{10} f (MHz) + 20 \log_{10} D(Km)$$

$$L_{trayecto} (dB) = 32.4 + 20 \log_{10}(200 MHz) + 20 \log_{10} (20.02 Km)$$

$$L_{trayecto} (dB) = 32.4 + 46.02 + 26.029 = 104.449 dB$$

#### 5. Pérdida por margen de desvanecimiento

$$L_{desvan.}(dB) = 30 \log_{10} D(Km) + 10 \log(6 A. B. f(GHz) - 10 \log(1 - R) - 70)$$

\*Tipo de terreno boscoso  $A = 2$ , (ver tabla)

\*Tipo de clima tropical  $B = 0.5$  (ver tabla)

\*Porcentaje de confiabilidad  $R = 0.999998 dB$  (véase ..)

$$L_{desvan.}(dB) = 30 \log_{10}(20.02 Km)$$

$$+ 10 \log(6 \times 2 \times 0.5 \times 0.2GHz) - 10 \log(1 - 0.999998) - 70)$$

$$L_{desvan.}(dB) = 39.043 + 0.791 - (-56.98) - 70 = 26.814 dB$$

#### 6. Potencia recibida en el receptor

$$P_{Rx} (dBw) = P_{Tx}(dBW) - L_{L Tx}(dB) + G_{Tx}(dB) - L_{trayecto} (dB) \\ - L_{desvan.}(dB) + G_{Rx}(dB) - L_{L Rx}(dB)$$

$$P_{Rx} (dBw) = 10dBw - 1.479 dB + 10 dB - 104.449 dB - 26.814 dB + 10dB \\ - 1.882 dB$$

$$P_{Rx} (dBw) = -104.624 dBw$$

$$P_{Rx} (dBm) = -104.624 + 30 = -74.624 dBm$$

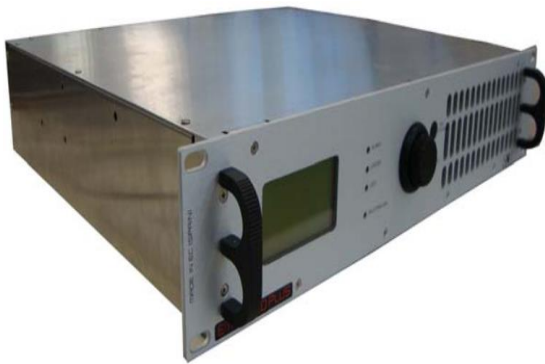
$$P_{Rx} (w) = 10^{(-104.624dBw/10)} = 10^{(-10.4624dBw)} = 3.448 w$$



### 3.3 Etapa de Potencia

#### 3.3.1 Equipos para el centro de transmisión

##### Transmisor EM 1000 DIG PLUS



La Transmisor EM 1000 DIG PLUS muestra el transmisor a utilizar de potencia 500 W, con opción digital, marca OBM, modelo EM 500 DIG PLUS. Para refrigerar el área del transmisor se coloca un aire acondicionado mini Split: evaporador mini 3/4T 230/1/60 R410 16 SEER INVERTER COMFORTSTAR.

Figura 8 Transmisor EM 500 DIG PLUS

Fuente: OBM, (2012)

Tabla 2 Especificaciones técnicas del transmisor

<b>Rango de Frecuencia</b>	87.5 - 108MHz
<b>Alimentación</b>	110 - 230Vac, 50/60Hz
<b>Modulación FM</b>	75kHz (ajustable)
<b>Conectores de entrada</b>	XLR Hembra
<b>Potencia de salida RF</b>	1000W
<b>Conector de salida de RF</b>	Tipo N
<b>Impedancia de salida RF</b>	50 $\Omega$
<b>Eficiencia RF</b>	80% típico
<b>Temperatura de operación</b>	0 a 40°C



### Antena MP



Figura 9 Antena MP

Fuente: OMB, (2012)

La antena tiene una potencia de 500W, por lo que se requiere de un arreglo compuesto por 6 antenas MP de polarización circular. Con el modelo MP-6R se obtiene una potencia de 3kW y ganancia de 4.5dBd, el rango de frecuencia es entre 87.5-108MHz, el conector de entrada es EIA 7/8" e impedancia de 50Ω. La antena es recomendada para condiciones atmosféricas extremas.

### Cable Coaxial



Figura 10 Cable coaxial Heliax

Fuente: Heliax Coaxial cables, (2016)

El cable coaxial se encarga de transmitir la potencia generada por el transmisor hacia la antena. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Figura 10 se muestra el cable coaxial conductor, de cobre de 7/8", marca Heliax, modelo LDF5-50 A, con impedancia de 50 Ω. La atenuación facilitada por el fabricante, para frecuencias de 108 MHz es de 1.242 dB/100m (Fuente). El Cable de 7/8", interconectará la salida de potencia del transmisor con la entrada del distribuidor, a su vez interconectarán (los latiguillos) las salidas del distribuidor, hacia los conectores de las antenas.



### Conectores



Figura 11 Conectores y Adaptadores RF

Fuente: OMB, (2012)

Los conectores (Marca OMB) que se utilizaron para empalmar los diferentes elementos del sistema de transmisión, son los que se muestran en la figura 11, donde el conector 2 es tipo N, para cable de 7/8", el 3 es conector N(H), para cable de 7/8", Su uso viene determinado por la potencia del equipo de transmisión, están fabricados en bronce cromado con laminado activo de plata de 30 micrones, y su impedancia es de 50 Ohm.

### Distribuidores



Figura 12 Distribuidores de FM

Fuente: OMB, (2012).

El Distribuidor OMB de FM para potencias de 800W a 20KW. Se utilizan para repartir la potencia por igual en sistemas radiantes de más de una antena. Para transmitir la señal en fase, todos los latiguillos de interconexión deben tener exactamente la misma longitud y se suministran con todos los accesorios necesarios para su montaje en la torre. Para nuestro caso se instaló un distribuidor OMB, modelo DIV 3-6.





### Estructura del sistema de transmisión

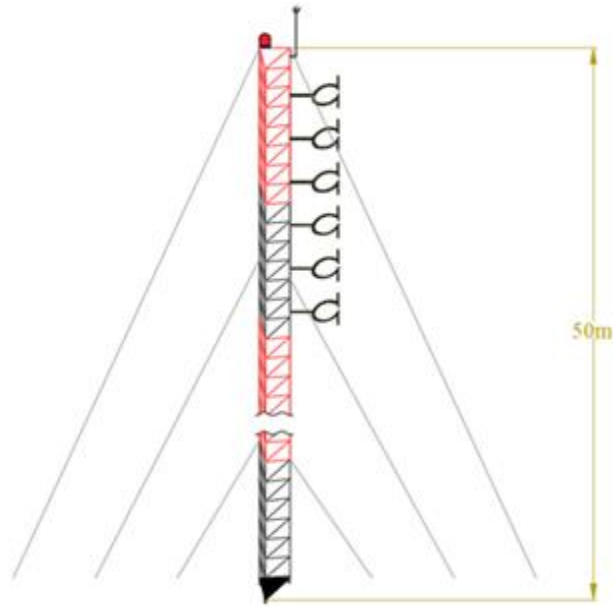


Figura 13 Estructura del sistema de transmisión

Fuente: Autores, (2017).

Las torres a utilizarse, está conformada por una estructura no auto soportada, anclada a bases de concreto a través de cables de acero. La estructura está compuesta por tramos de 3 metros de tubo galvanizado<sup>7</sup> que contiene 3 tubos verticales, dispuestos en forma triangular unidos por varillas de hierro de 3/8". Las retenidas se ubican a una distancia equivalente al 70% de la altura total de la torre, la última retenida se sujeta al 90% de la altura total de la torre. El diseño de la torre es para vientos de 130kph, compuesta por la baliza, pararrayo con su sistema de aterramiento y escalera de acceso.

---

<sup>7</sup> Norma ASTM-A123; Especificación técnica para el galvanizado por Inmersión en caliente de materiales generales



Para el sistema de aterrizado (o puesta a tierra) en la torre de transmisión, se utiliza el pararrayo INGESCO® PDC pdc3.1, con un radio de 30 m. Es colocado un kit de lámparas ó baliza Obstruction Naps. 12V– 10 CD para iluminación de la torre.

### 3.3.2 Cálculos Matemáticos

**Cálculos de perdida con respecto a la potencia 450w, arreglo MP6, f=107.3 MHz**

#### 1. Potencia del Tx

$$P_{Tx} = 450 \text{ w}$$

$$P_{Tx} = 10 \log_{10}(450 \text{ w}) = 26.53 \text{ dBw}$$

$$P_{Tx} = 26.53 \text{ dBw} + 30 = 56.53 \text{ dBm}$$

#### 2. Encontramos la potencia que entra en el distribuidor

$$P_{in \text{ Distr.}} = P_{Tx_{dBm}} - L_{Línea} - L_{Conect.}$$

\* Las pérdidas para línea de 7/8", es de 1.242 dB/100 (fabricante)

$$L_{Línea} = 40 \text{ m} * 1.242 \text{ dB}/100 = 0.4968 \text{ dB}$$

\* Las pérdidas para cada conector se estima de 0.1 dB (fabricante)

$$L_{Conect.} = 0.1 \text{ dB} * 4 = 0.4 \text{ dB}$$

$$P_{in \text{ Distr.}} = 56.53 \text{ dBm} - 0.4968 \text{ dB} - 0.4 \text{ dB} = 55.63 \text{ dBm}$$

$$P_{in \text{ Distr.}} = 55.63 \text{ dBm} - 30 = 25.63 \text{ dBw}$$

$$P_{in \text{ Distr.}} = 10^{(25.63 \text{ dBw}/10)} = 10^{(2.563 \text{ dBw})} = 365.59 \text{ w}$$

#### 3. Potencia que sale del distribuidor

$$P_{out \text{ Distr.}} = P_{in \text{ Distr.}} - L_{Distr.}$$

\* Las pérdidas del distribuidor se estima de 0.1 dB.

$$P_{out \text{ Distr.}} = 55.63 \text{ dBm} - 0.1 \text{ dB} = 55.53 \text{ dBm}$$

$$P_{out \text{ Distr.}} = 55.53 \text{ dBm} - 30 = 25.53 \text{ dBw}$$

$$P_{out \text{ Distr.}} = 10^{(25.53 \text{ dBw}/10)} = 10^{(2.553 \text{ dBw})} = 357.272 \text{ w}$$



#### 4. Potencia proporcional al número de elementos n, a la salida del distribuidor

$$P_{P_{out\ Distr.}} = P_{out\ Distr.} / n = 357.272\ w / 6 = 59.545\ w$$

$$P_{P_{out\ Distr.}} = 10 \log_{10}(59.545\ w) = 17.7484\ dBw$$

$$P_{P_{out\ Distr.}} = 17.7484\ dBw + 30 = 47.7484\ dBm$$

#### 5. Potencia que entra en cada elemento

$$P_{in\ Ant.} = P_{P_{out\ Distr.}} - L_{Lat.} - L_{Conect.}$$

\* La distancia del latiguillo se calcula a partir de  $\lambda$ , longitud de onda

$$\lambda = \frac{c}{f} = 2.7958\ m, \lambda_4 = 0.6989\ m$$

Se considera  $d_x$ , a la separación entre cada elemento radiante

$$d_x = 0.75\ \lambda = 2.09685\ m$$

Se tienen 2.5 espacios de separación entre los 6 elementos radiantes, a partir de la ubicación del distribuidor

$$d_{Lat\ Aprox.} = 2.5\ d_x = 5.2421\ m$$

La distancia real de latiguillo D

$$D = 2\lambda + \lambda_4 = 6.2905\ m$$

\* Las pérdidas para línea de  $7/8''$  es de 1.242 dB/100 (fabricante)

$$L_{Lat.} = 6.2905\ m * 1.242\ dB/100 = 0.0781\ dB$$

\* Las pérdidas para cada conector se estima de 0.1 dB (fabricante)

$$L_{Conect.} = 0.1\ dB * 4 = 0.4\ dB$$

$$P_{in\ Ant.} = 47.7484\ dBm - 0.0781\ dB - 0.4\ dB = 47.2703\ dBm$$

$$P_{in\ Ant.} = 47.2703\ dBm - 30 = 17.2703\ dBw$$

$$P_{in\ Ant.} = 10^{(17.2703\ dBw/10)} = 10^{(1.727\ dBw)} = 53.3334\ w$$



## 6. Potencia entrada del arreglo MP6

$$P_{in MP6} = P_{in Ant.} \times 6 = 53.3334 \text{ w} \times 6 = 320 \text{ w}$$

$$P_{in MP6} = 10 \log_{10}(320 \text{ w}) = 25.0514 \text{ dBw}$$

$$P_{in MP6} = 25.0514 \text{ dBw} + 30 = 55.0514 \text{ dBm}$$

## 7. Pérdidas total en función de la potencia

$$L_{Total} = P_{Tx} - P_{in MP6} = 450 \text{ w} - 320 \text{ w} = 130 \text{ w}$$

## 8. Potencia Isotrópica Radiada Equivalente

$$PIRE_{(dBm)} = P_{Tx} - L_{Línea} - L_{Conect.} - L_{Dist.} - L_{Lat.} + G_{MP6}.$$

\* La ganancia del arreglo MP6 es 4.5 dBd, dado por el fabricante

$$G_{Ant. (dBi)} = 4.5 \text{ dBd} + 2.15 = 6.65 \text{ dBi}$$

$$\begin{aligned} PIRE_{(dBm)} &= 56.53 \text{ dBm} - 0.4968 \text{ dB} - 0.8 \text{ dB} - 0.1 \text{ dB} - 0.0781 \text{ dB} + 6.65 \text{ dBi} \\ &= 61.7051 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$PIRE_{(dBw)} = 61.7051 \text{ dBm} - 30 = 31.7051 \text{ dBw}$$

$$PIRE_{(W)} = 10^{(31.7051 \text{ dBw}/10)} = 10^{(3.1705 \text{ dBw})} = 1480.8122 \text{ w}$$



### 3.3.3 Simulación

Simulación con el software Radio Mobile, con respecto a la potencia 450 w

Figura 14 Coordenadas de transmisor cerro mata de Caña, Telica.

Fuente: Simulación Software Radio Mobile R.

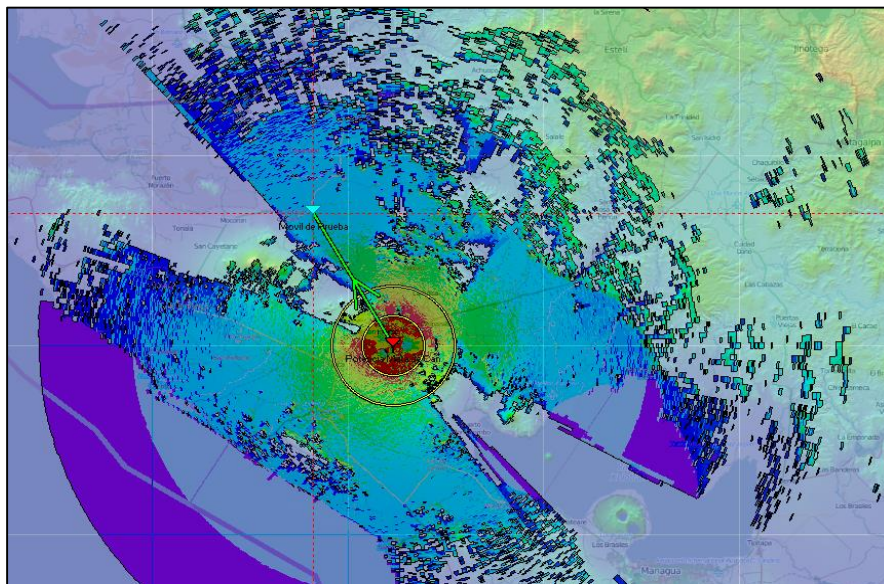


Figura 15 Radiación, Propuesta de Diseño, Simulación, Software, Radio Mobile R.

Fuente: Simulación Software Radio Mobile R.

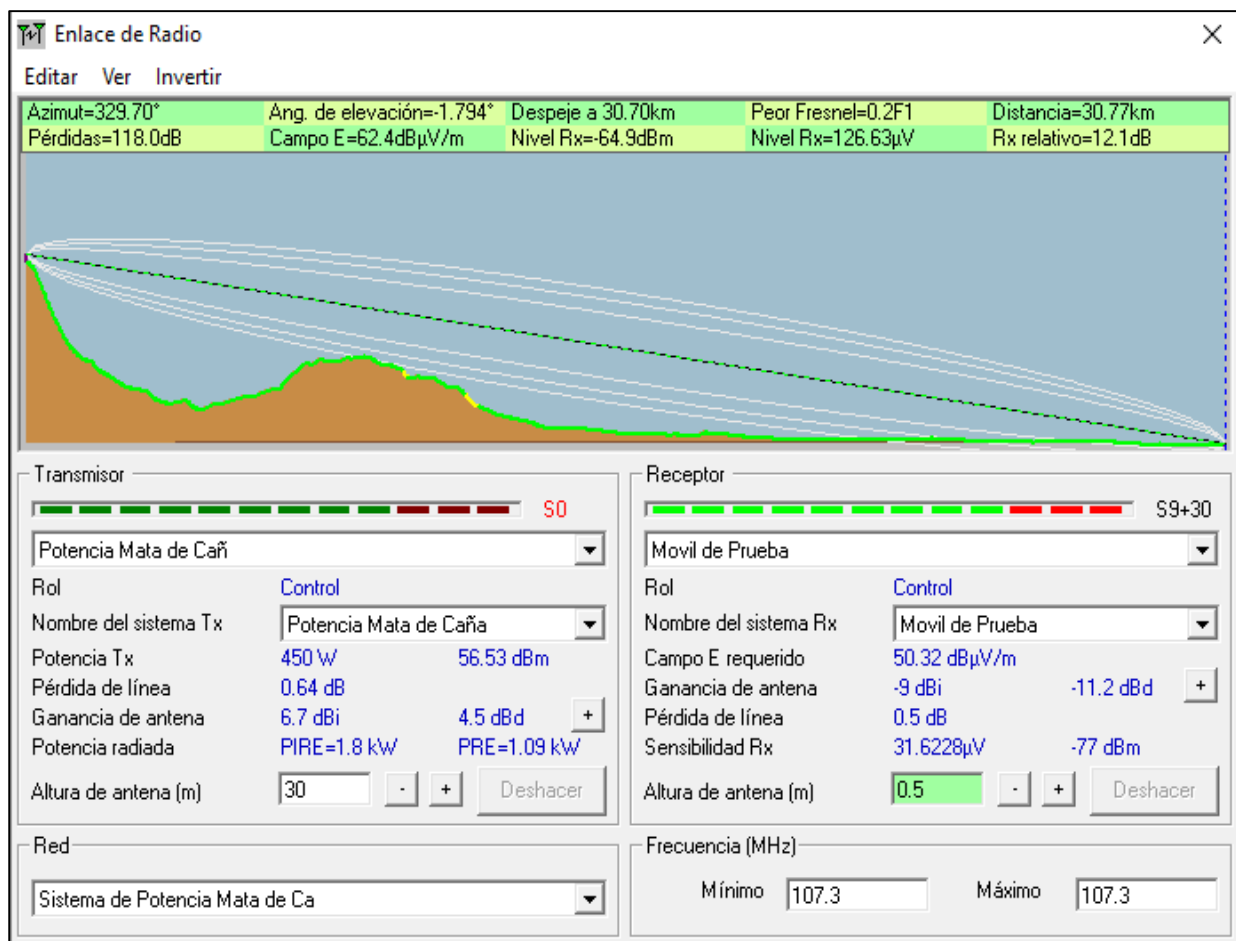


Figura 16 Transmisión y recepción, Propuesta de Diseño, Software, Radio Mobile R.

Fuente: Simulación Software Radio Mobile R.

En las Figuras 15 y 16, mostramos la simulación de nuestro Diseño propuesto, el cual está conformado por un arreglo de 6 antenas, una potencia de transmisión de 450 W, y una calidad de recepción de -64.9 dBm, a una distancia radial de 30.77 Km.



### 3.4 Proyección Financiera

Tabla 3 Inversión general del sistema de radio.

<b>Tablas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio Unit. \$</b>	<b>P. Total \$</b>
Tabla 1	<i>Equipos del Sistema de Trasmisión.</i>	\$ 11,960.00	C\$ 318,136.00
Tabla 2	<i>Materiales e instalación de torre de 50mts en Cerro Mata de Caña. (ETAPA DE POTENCIA)</i>	\$ 6,186.57	C\$ 164,562.77
Tabla 3	<i>Materiales Caseta de Transmisión Cerro Mata de Caña.</i>	\$ 1,912.04	C\$ 50,848.56
Tabla 4	<i>Sistema de ILUMINACIÓN para cuartos de equipos de sistema de transmisión y sistema eléctrico respectivamente, generado por energía Solar.</i>	\$ 179.40	C\$ 4,754.10
Tabla 5	<i>Sistema Fotovoltaico Mixto a Implementar, Inventario de Equipos y Costos.</i>	\$ 27,884.05	C\$ 741,715.73
Tabla 6	<i>Topología del Sistema de Climatización (AIRE ACONDICIONADO) a Implementar con energía Solar.</i>	\$ 496.04	C\$ 13,005.90
Tabla 7	<i>Topología del Sistema Antitrasientes (SUPRESORES DE PICOS) a Implementar en el sistema de Corriente alterna, generado por energía Solar. (ETAPA DE POTENCIA)</i>	\$ 920.00	C\$ 24,472.00
Tabla 8	<i>Topología del Sistema Puesta a Tierra (PARA - RAYO) a Implementar en la torre de Transmisión con un radio de 30 m. (ETAPA DE POTENCIA)</i>	\$ 12,546.16	C\$ 333,727.73
Tabla 9	<i>Topología del Sistema Eléctrico a Implementar (Energía Solar), BALIZA de iluminación para la torre de Transmisión.</i>	\$ 1,978.00	C\$ 52,417.00
Tabla 10	<i>Dispositivos para Radio Estudio en la Ciudad de León.</i>	\$ 11,028.50	C\$ 293,358.10
Tabla 11	<i>Muebles y enseres para radio estudio en la ciudad de León</i>	\$1,874.66	C\$49,865.98
Tabla 12	<i>Materiales e instalación de torre de 18 m del Radio Estudio en la Ciudad de León.</i>	\$ 1,387.02	C\$ 36,894.74
Tabla 13	<i>Topología del Sistema Puesta a Tierra (PARA - RAYO) a Implementar en la torre de 15 m del Radio Estudio en la Ciudad de León.</i>	\$ 12,546.16	C\$ 333,727.73
Tabla 14	<i>BALIZA de iluminación para la torre de 18 m del Radio Estudio en la Ciudad de León.</i>	\$ 1,978.00	C\$ 52,417.00
Tabla 15	<i>Topología del Sistema de Climatización (AIRE ACONDICIONADO), Radio Estudio, Ciudad de León.</i>	\$ 496.04	C\$ 13,005.90
Tabla 16	<i>Topología del Sistema Antitrasientes (SUPRESORES DE PICOS) a Implementar en el sistema de Corriente alterna del Servicio Comercial, en el Radio Estudio, Ciudad de León.</i>	\$ 920.00	C\$ 24,472.00
Tabla 17	<i>Generador Eléctrico para Radio Estudio en la Ciudad de León.</i>	\$ 4,186.00	C\$ 111,347.60
Tabla 18	<i>Materiales e instalación de radio enlace de Micro Ondas.</i>	\$ 4,965.13	C\$ 132,072.6
	<b>TOTAL \$ / C\$</b>	<b>\$103,443.73</b>	<b>C\$2750,801.44</b>



### 3.4.1 Ingresos Financieros

Los ingresos financieros se establecen a partir de programas radiales con horario estelar, semi- estelar y común, el costo de cada segmento se estima en base a escenarios existentes. Se realizan 3 pautas comerciales por hora, con una duración de 30 segundos cada una, tomando en cuenta 12 horas diarias de lunes a viernes, 7 horas los días sábados y 5 horas para el día domingo. De acuerdo con esto se conforman los estados financieros activos.

*Tabla 4 Ingresos Mensuales*

Segmentación	Tipos de Segmentos	Cantidad de Espacios	Costo Unitario \$	Costo Total \$
Programa Lunes a Viernes	Estelares	5	\$ 250	\$ 1250
	Semi Estelares	1	\$ 180	\$ 180
	Comunes	2	\$ 100 y \$ 80	\$ 180
Programa sábados y Dom.	Estelares	4	\$ 125	\$ 500
Pautas Lunes a Viernes	Comerciales	792	\$ 1.5	\$ 1188
Pautas Sábado	Comerciales	84	\$ 1.5	\$ 126
Comerciales Domingo	Comerciales	60	\$ 1.5	\$ 90
		Total de Ingresos Mensuales		\$ 3514





Tabla 5 Ingresos mensuales por programas

Programas (Volumen Estimado de Ventas)	1° Trimestre			2° Trimestre			3° Trimestre			4° Trimestre			Años		
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
L/V Estelar	0	1	2	3	4	5	5	5	5	5	5	5	45	53	60
Precio de Venta (\$)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	11250	13250	15000
L/V Semi-Estelar	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	12	12
Precio de Venta (\$)	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	1980	2160	2160
L/V Común	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	21	24	24
Precio de Venta (\$)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	2100	2400	2400
S/D Estelar	0	1	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	38	48	48
Precio de Venta (\$)	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	4750	6000	6000
Valor total (venta)	0	655	1130	1505	1880	2130	2130	2130	2130	2130	2130	2130	20,080	23,810	25,560
Descuentos (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor neto de ventas	0	655	1130	1505	1880	2130	2130	2130	2130	2130	2130	2130	20,810	23,810	25,560
Política de carrera (días)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Venta de contado (%)	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Valor ventas contado	0	262	452	602	752	852	852	852	852	852	852	852	8324	9524	10224
Venta a plazos (%)	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
Valor venta a plazos	0	393	678	903	1128	1278	1278	1278	1278	1278	1278	1278	12486	14286	15336



**Tabla 6 Ingresos Mensuales por pautas comerciales**

Pautas (Volumen Estimado de Ventas)	1° Trimestre			2° Trimestre			3° Trimestre			4° Trimestre			Años		
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Precio De Venta (\$)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	10626	14256	14256
Sábado	0	16	32	48	64	84	84	84	84	84	84	84	748	1008	1008
Precio De Venta (\$)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1122	1512	1512
Domingo	0	12	24	36	48	60	60	60	60	60	60	60	540	720	720
Precio De Venta (\$)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	810	1080	1080
Valor de Ventas total	0	273	546	819	1092	1404	1404	1404	1404	1404	1404	1404	12558	16848	16848
Descuentos (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor neto de Ventas	0	273	545	819	1092	1404	1404	1404	1404	1404	1404	1404	12,558	16,848	16,848
Política De Carrera (Días)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Venta De Contado (%)	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Valor Ventas Contado	0	109.2	218	328	437	562	562	562	562	561.6	562	561.6	5023.2	6739	6739
Venta A Plazos (%)	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
Valor Venta A Plazos	0	163.8	327	491	655	842	842	842	842	842.4	842	842.4	7534.8	10109	10109

**Tabla 7 Total ingresos anuales**

Volumen Estimado	Resultados Proyección Ingresos											
de Ventas	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
Valor de Ventas Total	32,638	40,568	42,408	42,408	42,408	42,408	42,408	42,408	42,408	42,408	42,408	42,408
Descuentos (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor Neto de Ventas	32,638	40,568	42,408	42,408	42,408	42,408	42,408	42,408	42,408	42,408	42,408	42,408
Política De Carrera (Días)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Venta De Contado (%)	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Valor Ventas Contado	13,055	16,227	16,963	16,963	16,963	16,963	16,963	16,963	16,963	16,963	16,963	16,963
Venta A Plazos (%)	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
Valor Venta A Plazos	19,583	24,341	25,445	25,445	25,445	25,445	25,445	25,445	25,445	25,445	25,445	25,445



### 3.4.2 Costos financieros

Tabla 8 Costos de planilla

<b>Cargo</b>	<b>Concepto</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>Gerente</b>	Salario Básico Mensual	350	367.5	385.875	405.16875	425.4271875
	Salario Anual	4200	4410	4630.5	6251.175	6563.73375
	Aguinaldo	350	367.5	385.875	405.16875	425.4271875
	Vacaciones	350	367.5	385.875	405.16875	425.4271875
	Seguro Social 16.25%	56.875	59.71875	62.7046875	65.83992	69.132
<b>Asistente Administrativa</b>	Salario Básico Mensual	200	210	220.5	231.525	243.10125
	Salario Anual	2400	2520	2646	2778.3	2917.215
	Aguinaldo	200	210	220.5	231.525	243.10125
	Vacaciones	200	210	220.5	231.525	243.10125
	Seguro Social 16.25%	32.5	34.125	35.83125	37.6228125	39.50395313
<b>3 Locutores</b>	Salario Básico Mensual	720	756	793.8	833.49	875.1645
	Salario Anual.	8640	9072	9525.6	10001.88	10501.974
	Aguinaldo	720	756	793.8	833.49	875.1645
	Vacaciones.	720	756	793.8	833.49	875.1645
	Seguro Social 16.25%	117	122.85	128.9925	135.442125	142.2142313
<b>Recepcionista</b>	Salario Básico Mensual.	120	126	132.3	138.915	145.86075
	Salario Anual.	1440	1512	1587.6	1666.98	1750.329
	Aguinaldo	120	126	132.3	138.915	145.86075
	Vacaciones.	120	126	132.3	138.915	145.86075
	Seguro Social 16.25%	19.5	20.475	21.49875	22.5736875	23.70232313
<b>Limpieza</b>	Salario Básico Mensual.	100	105	110.25	115.7625	121.550625
	Salario Anual.	1200	1260	1323	1389.15	1458.6075
	Aguinaldo	100	105	110.25	115.7625	121.550625
	Vacaciones.	100	105	110.25	115.7625	121.550625
	Seguro Social 16.25%	16.25	17.0625	17.915625	18.81140625	19.75197656
	Total Salario Mensuales	1490	1564.5	1642.725	1724.86125	1811.104313
	Total Salario Anual	17880	18774	19712.7	22087.485	23191.85925
	Total Aguinaldo	1490	1564.5	1642.725	1724.86125	1811.104313
	Total Vacaciones	1490	1564.5	1642.725	1724.86125	1811.104313
	Total Seguro Social	242.125	254.23125	266.942813	280.2899513	294.3044841
	Total Costo Mano De Obra	22592.125	23721.7313	24907.8178	27542.3587	28919.47667



Tabla 9 Costos totales

Costos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
<b>Costos Fijos</b>												
Costo de Personal	22592.125	23721.73	24907.82	24907.82	24907.82	24907.82	24907.82	24907.82	24907.82	24907.82	24907.82	24907.82
Costo de Constitución	1000											
Servicios Básicos	1000	1080	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150
Suministros de Oficina	500	530	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5
<b>Total Costos Fijos</b>	<b>25092.125</b>	<b>25331.73</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>
<b>Costos Variables</b>												
Publicidad	1800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total Costos Variables</b>	<b>1800</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Costo Total</b>	<b>26892.125</b>	<b>25331.73</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>	<b>26619.32</b>
<b>Punto De Equilibrio</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>47</b>

### 3.4.3 Flujos de Caja

Tabla 10 Flujo de caja mensual

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
<b>Caja Inicial</b>	0	-104,087	-108,055	-109,292	-109,784	-109,628	-108,824	-107,459	-106,174	-104,890	-103,606	-102,322	-101,038
Más: Ingresos por ventas de Contado	0	0	372.4	670.4	929.6	1188.8	1413.6	1413.6	1413.6	1413.6	1413.6	1413.6	1413.6
Más: Ingresos por recuperación de cartera	0	0	558.6	1005.6	1394.4	1783.2	2120.4	2120.4	2120.4	2120.4	2120.4	2120.4	2120.4
<b>Total Disponible</b>	0	-104,087	-107,124	-107,616	-107,460	-106,656	-105,290	-103,925	-102,640	-101,356	-100,072	-98,788	-97,504
Menos: Inversiones en Activos fijos.	103,087	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depreciación Inversiones En activos fijos													
Menos: Egresos por Gastos de personal	0	1882.7	1882.7	1882.7	1882.7	1882.7	1882.7	1882.7	1882.7	1882.7	1882.7	1882.7	1882.7
<b>Menos: Egresos por gastos administrativos</b>													
Publicidad	0	1800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Servicios básicos	0	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33
Suministro de oficina	0	41.66	41.66	41.66	41.66	41.66	41.66	41.66	41.66	41.66	41.66	41.66	41.66
Gastos de Constitución.	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Menos: Egresos por pagos de impuestos</b>													
IVA	0	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	160.4	242.2	242.2	242.2	242.2	242.2	242.2
<b>Total de Egresos</b>	<b>104087</b>	<b>3968.09</b>	<b>2168.09</b>	<b>2168.09</b>	<b>2168.09</b>	<b>2168.09</b>	<b>2168.09</b>	<b>2249.89</b>	<b>2249.89</b>	<b>2249.89</b>	<b>2249.89</b>	<b>2249.89</b>	<b>2249.89</b>
<b>Neto Disponible</b>	<b>-104,087</b>	<b>-108,055</b>	<b>-109,292</b>	<b>-109,784</b>	<b>-109,628</b>	<b>-108,824</b>	<b>-107,459</b>	<b>-106,174</b>	<b>-104,890</b>	<b>-103,606</b>	<b>-102,322</b>	<b>-101,038</b>	<b>-99,754</b>
<b>Ir (30% anual)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Caja Final</b>	<b>-104,087</b>	<b>-108,055</b>	<b>-109,292</b>	<b>-109,784</b>	<b>-109,628</b>	<b>-108,824</b>	<b>-107,459</b>	<b>-106,174</b>	<b>-104,890</b>	<b>-103,606</b>	<b>-102,322</b>	<b>-101,038</b>	<b>-99,754</b>



Tabla 11 Flujo por año

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
<b>Caja Inicial</b>	-99,754	-95,425	-82,964	-70,323	-57,682	-45,042	-32,401	-19,760	-7,120	5,521	18,162	30,802
Más : Ingresos por ventas de Contado	13055	16263.2	16963.2	16963.2	16963.2	16963.2	16963.2	16963.2	16963.2	16963.2	16963.2	16963.2
Más: Ingresos por recuperación de cartera	19583	24394.8	25444.8	25444.8	25444.8	25444.8	25444.8	25444.8	25444.8	25444.8	25444.8	25444.8
<b>TOTAL DISPONIBLE</b>	-67,116	-54,767	-40,556	-27,915	-15,274	-2,634	10,007	22,648	35,288	47,929	60,570	73,210
Menos: Inversiones en activos fijos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depresiacion Inversiones En activos fijos.	4470.3	4470.33	4470.33	4470.33	4470.33	4470.33	4470.33	4470.33	4470.33	4470.33	4470.33	4470.33
Menos: Egresos por gastos de personal	22592	23721.731	24907.82	24907.82	24907.82	24907.82	24907.82	24907.82	24907.82	24907.82	24907.82	24907.82
<b>Menos: Egresos Por Gastos Administrativos</b>												
Publicidad	1,800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Servicios básicos	1000	1080	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150
Suministro de oficina	500	530	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5
Gastos de Constitución	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Menos: Egresos Por Pagos De Impuestos</b>												
IVA	2417	2865	3148	3148	3148	3148	3148	3148	3148	3148	3148	3148
<b>Total de Egresos</b>	28309	28196.731	29767.32	29767.32	29767.32	29767.32	29767.32	29767.32	29767.32	29767.32	29767.32	29767.32
<b>Neto Disponible</b>	-95,425	-82,964	-70,323	-57,682	-45,042	-32,401	-19,760	-7,120	5,521	18,162	30,802	43,443
Ir (30% Anual)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Caja Final</b>	-95,425	-82,964	-70,323	-57,682	-45,042	-32,401	-19,760	-7,120	5,521	18,162	30,802	43,443



### 3.4.4 Análisis de la TIR y el VAN

Tabla 12 Análisis de la TIR y el VAN

Año 0	Año1	Año 2	Año 3	Año 4	Año5	Año6	Año7	Año8	Año9	Año10	Año11	Año12
-104087	4329	12462	11941	11940.7	11941	11940.7	11941	11940.7	11940.7	11940.7	11941	11940.7
-104087	-99758	-87296	-75355	-63415	-51474	-39533	-27593	-15652	-3711.2	8229.44	20170	32110.8
			<b>TIR 4%</b> <b>TASA 10%</b> <b>VPN (29,215.75)</b>									

Tabla 13 PAYBACK

Periodo	Costos	Beneficios	Costo Acumulado	Beneficio Acumulado
0	<b>104,087</b>	\$ -	\$ 104,087.00	\$ -
1	\$ 28,309.13	\$ 32,638.00	\$ 132,396.13	\$ 32,638.00
2	\$ 28,196.76	\$ 40,658.00	\$ 160,592.89	\$ 73,296.00
3	\$ 29,767.32	\$ 41,708.00	\$ 190,360.21	\$ 115,004.00
4	\$ 29,767.32	\$ 41,708.00	\$ 220,127.53	\$ 156,712.00
5	\$ 29,767.32	\$ 41,708.00	\$ 249,894.85	\$ 198,420.00
6	\$ 29,767.32	\$ 41,708.00	\$ 279,662.17	\$ 240,128.00
7	\$ 29,767.32	\$ 41,708.00	\$ 309,429.49	\$ 281,836.00
8	\$ 29,767.32	\$ 41,708.00	\$ 339,196.81	\$ 323,544.00
9	\$ 29,767.32	\$ 41,708.00	\$ 368,964.13	\$ 365,252.00
10	\$ 29,767.32	\$ 41,708.00	\$ 398,731.45	\$ 406,960.00
11	\$ 29,767.32	\$ 41,708.00	\$ 428,498.77	\$ 448,668.00
12	\$ 29,767.32	\$ 41,708.00	\$ 458,266.09	\$ 490,376.00

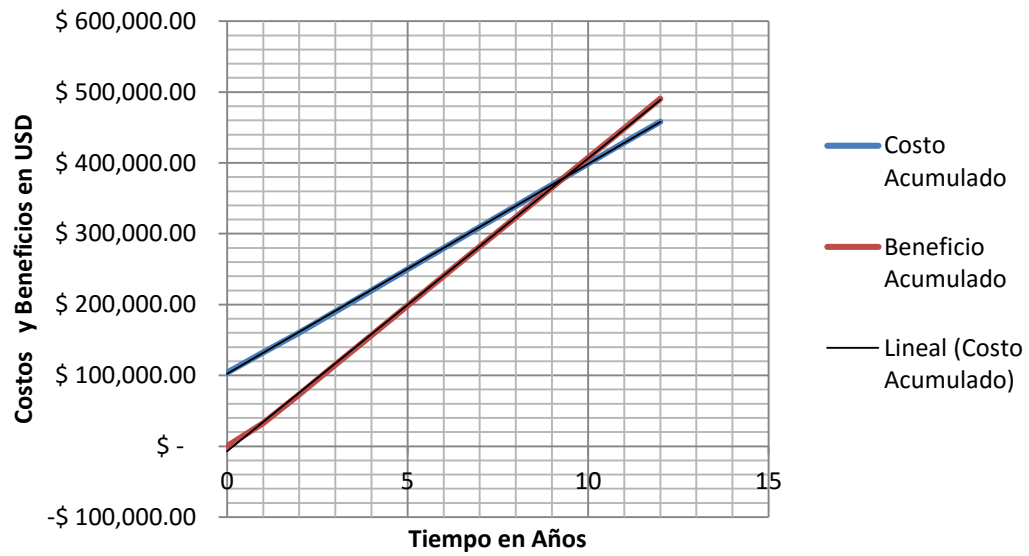


Figura 17 Retorno de Inversión mediante el PAYBACK



## **CAPÍTULO IV.**

### **4 Casos de análisis**

En este capítulo se hace un estudio de casos comparativos entre radio emisoras que están operando en el occidente del país. Esto con el objetivo de observar y analizar el efecto de la, o las antenas, para cada caso. Se presenta la simulación para cada caso, tomando en cuenta las cantidades de elementos radiantes. Finalmente se hace un análisis mediante una tabla comparativa.





## 4.1 Consideraciones para el análisis.

En la Tabla 14, se detalla el factor de ganancias en dBd (Brindado por el fabricante), con las que están diseñadas las antenas dipolo para Fm, con un factor de -3 dBd de ganancia para una antena, hasta una ganancia de 6 dBd, para arreglo de 8 antenas. Este dato es importante al diseñar el sistema de transmisión.

Tabla 14 Especificaciones de los arreglos de antenas

AVAILABLE SYSTEMS				
Some MP antennas stacked at $3/4\lambda$ distance from one another.				
MODEL	Nº ANTENNAS	GAIN	INPUT CNC	MAX. POWER
MP 1	1	-3dBd	N(F)	600W
MP 2	2	0dBd	N(F)	800W
MP 2R	2	0dBd	7/16"	1.2KW
MP 4	4	3dBd	N(F)	800W
MP 4S	4	3dBd	7/16"	1.5KW
MP 4R	4	3dBd	EIA 7/8"	2.4KW
MP 6R	6	4.5dBd	EIA 7/8"	3.6KW
MP 8R	8	6dBd	EIA 1+5/8"	4.8KW
*3dB will be added to these gain values if we consider the sum of vertical and horizontal polarizations.				

Fuente: OMB, catálogo: MP-1\_ING-2

Realizamos visita de campo a diferentes radioemisoras que operan en el pacífico de Nicaragua, particularmente en la región 2, correspondiente al departamento de León y Chinandega, ya que nuestra propuesta, también se localiza en esta área geográfica. Esto nos permitió observar situaciones reales en cuanto al diseño de sus sistemas de transmisión y como la oleografía del terreno puede afectar la señal emitida, incidiendo positiva o negativamente en sus costos de operación.



En la siguiente Tabla 15 se muestra los detalles de cada caso de análisis.

*Tabla 15 Coordenadas geográficas de los casos de análisis*

Localizaciones de Análisis de Casos					
Casos	Localidad	Frecuencia	Latitud	Longitud	Elevación
Radio “Guarda Barranco”.	El Sauce.	94.9 MHz	12.88764 N	-86.53542 E	181.84 m
Radio “Jerusalén”.	León.	96.1 MHz	12.43429 N	-86.89147 E	96.07 m
Radio “Dilextus”.	Chinandega.	107.7 MHz	12.61911 N	-87.11446 E	79.73 m
Diseño Radio “Vida Fm”.	Mata de Caña. Telica.	107.3 MHz	12.55464 N	-86.755 E	833.45 m

## 4.2 El sauce “Radio Guarda Barranco”

**Cálculos de pérdida con respecto a la potencia Tx 450w, arreglo MP1, f=94.9 MHz**

### 1. Potencia del Tx

$$P_{Tx} = 450 \text{ w}$$

$$P_{Tx} = 10 \log_{10}(450 \text{ w}) = 26.53 \text{ dBw}$$

$$P_{Tx} = 26.53 \text{ dBw} + 30 = 56.53 \text{ dBm}$$

### 2. Encontramos la potencia que entra en la antena

$$P_{in \text{ Distr.}} = P_{Tx_{dBm}} - L_{Línea} - L_{Conect.}$$

\* Las pérdidas para línea de 1/2", es de 2.17 dB/100 (fabricante)

$$L_{Línea} = 40 \text{ m} * 2.17 \text{ dB}/100 = 0.908 \text{ dB}$$

\*Las pérdidas para cada conector se estima de 0.1 dB (fabricante)

$$L_{Conect.} = 0.1 \text{ dB} * 4 = 0.4 \text{ dB}$$

$$P_{in \text{ Distr.}} = 56.53 \text{ dBm} - 0.908 \text{ dB} - 0.4 \text{ dB} = 55.222 \text{ dBm}$$

$$P_{in \text{ Distr.}} = 55.222 \text{ dBm} - 30 = 25.222 \text{ dBw}$$

$$P_{in \text{ Distr.}} = 10^{(25.222 \text{ dBw}/10)} = 10^{(2.5222 \text{ dBw})} = 332.8127 \text{ w}$$



Simulación “Radio Guarda Barranco” El sauce, con respecto a la potencia Tx 450w, arreglo MP1,  $f=94.9$  MHz

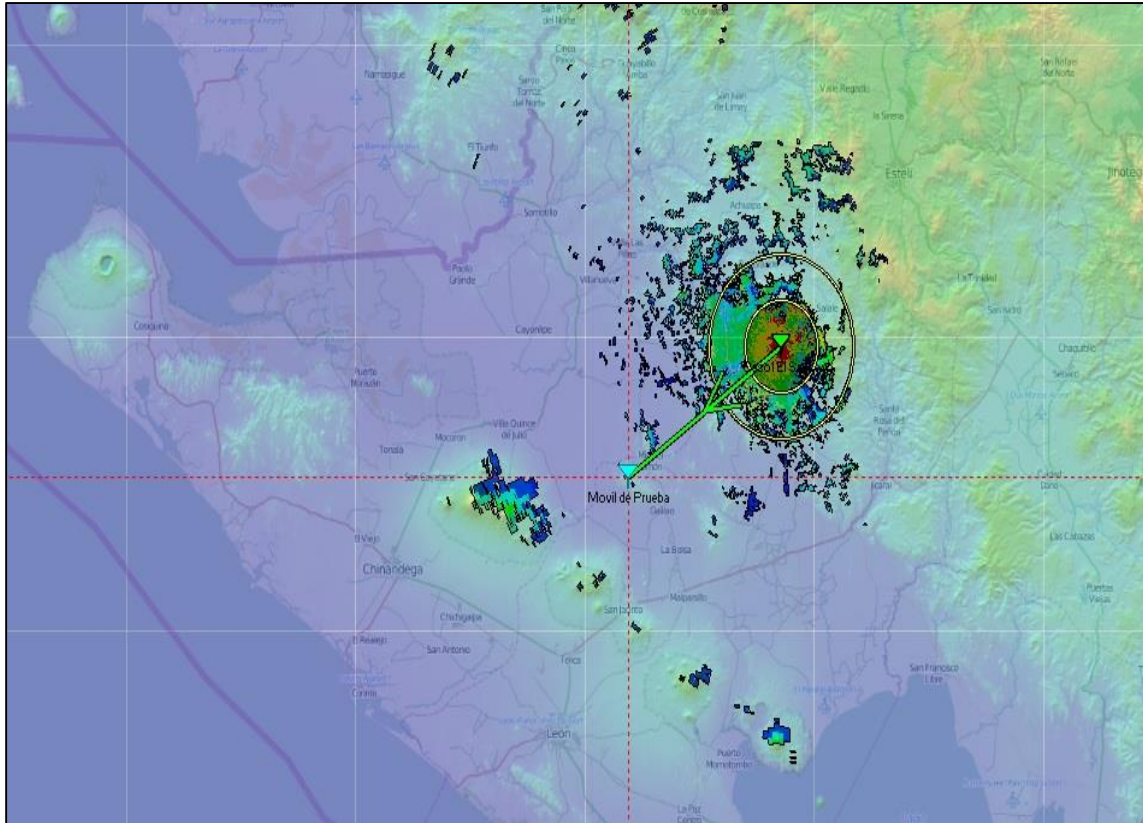


Figura 18 Radiación “Radio Guarda Barranco” El sauce, software Radio Mobile

Fuente: Simulación Software Radio Mobile R.

En la Figura 18, se muestra la simulación del patrón de radiación, para la “Radio Guarda Barranco”, entendiendo que, el sistema de transmisión de esta emisora está estructurado por una sola antena, una potencia de transmisión de 450 W, para una distancia radial de 30.57 Km.

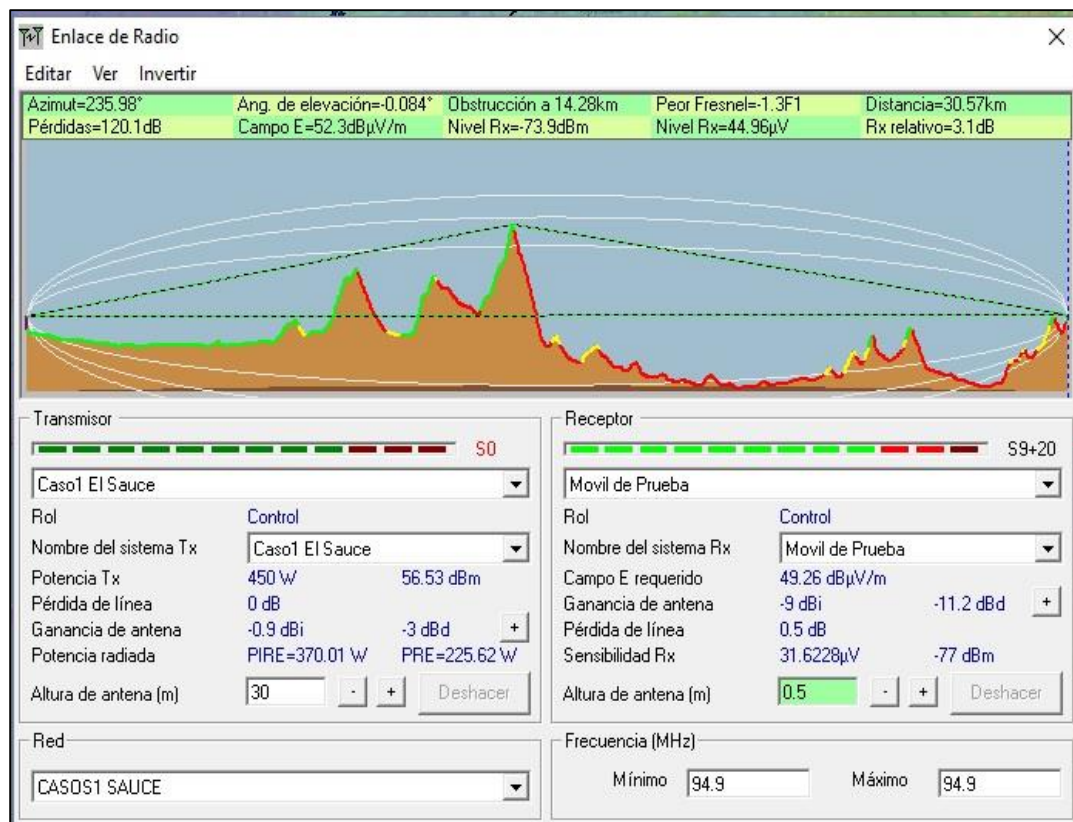


Figura 19 Tx y Rx, “Radio Guarda Barranco” El sauce, Software, Radio Mobile R.

Fuente: Simulación Software Radio Mobile R.

En la Figura 19, se observa la simulación del nivel de cobertura, para la “Radio Guarda Barranco” del Sauce. Se muestra una calidad de recepción de -73.9 dBm, a una distancia radial de 30.57 Km.



### 4.3 León “Radio Jerusalén”

Cálculos de perdida con respecto a la potencia Tx 450w , arreglo MP4, f=96.1 MHz

#### 1. Potencia del Tx

$$P_{Tx} = 450 \text{ w}$$

$$P_{Tx} = 10 \log_{10}(450 \text{ w}) = 26.53 \text{ dBw}$$

$$P_{Tx} = 26.53 \text{ dBw} + 30 = 56.53 \text{ dBm}$$

#### 2. Encontramos la potencia que entra en el distribuidor

$$P_{in \text{ Distr.}} = P_{Tx_{dBm}} - L_{Línea} - L_{Conect.}$$

\* Las pérdidas para línea de 7/8" , es de 1.242 dB/100 (fabricante)

$$L_{Línea} = 40 \text{ m} * 1.242 \text{ dB}/100 = 0.4968 \text{ dB}$$

\*Las pérdidas para cada conector se estima de 0.1 dB (fabricante)

$$L_{Conect.} = 0.1 \text{ dB} * 4 = 0.4 \text{ dB}$$

$$P_{in \text{ Distr.}} = 56.53 \text{ dBm} - 0.4968 \text{ dB} - 0.4 \text{ dB} = 55.63 \text{ dBm}$$

$$P_{in \text{ Distr.}} = 55.63 \text{ dBm} - 30 = 25.63 \text{ dBw}$$

$$P_{in \text{ Distr.}} = 10^{(25.63 \text{ dBw}/10)} = 10^{(2.563 \text{ dBw})} = 365.59 \text{ w}$$

#### 3. Potencia que sale del distribuidor

$$P_{out \text{ Distr.}} = P_{in \text{ Distr.}} - L_{Distr.}$$

\* Las pérdidas del distribuidor se estima de 0.1 dB.

$$P_{out \text{ Distr.}} = 55.63 \text{ dBm} - 0.1 \text{ dB} = 55.53 \text{ dBm}$$

$$P_{out \text{ Distr.}} = 55.53 \text{ dBm} - 30 = 25.53 \text{ dBw}$$

$$P_{out \text{ Distr.}} = 10^{(25.53 \text{ dBw}/10)} = 10^{(2.553 \text{ dBw})} = 357.272 \text{ w}$$



#### 4. Potencia proporcional al número de elementos n, a la salida del distribuidor

$$P_{P_{out\ Distr.}} = P_{out\ Distr.} / n = 357.272\ w / 4 = 89.318\ w$$

$$P_{P_{out\ Distr.}} = 10 \log_{10}(89.318\ w) = 19.512\ dBw$$

$$P_{P_{out\ Distr.}} = 19.512\ dBw + 30 = 49.512\ dBm$$

#### 5. Potencia que entra en cada elemento

$$P_{in\ Ant.} = P_{P_{out\ Distr.}} - L_{Lat.} - L_{Conect.}$$

\* La distancia del latiguillo se calcula a partir de  $\lambda$ , longitud de onda

$$\lambda = \frac{c}{f} = 3.1217\ m, \lambda_4 = 0.7804\ m$$

Se considera  $d_x$ , a la separación entre cada elemento radiante

$$d_x = 0.75\ \lambda = 2.3412\ m$$

Se tienen 1.5 espacios de separación entre los 4 elementos radiantes,

a partir de la ubicación del distribuidor

$$d_{Lat\ Aprox.} = 1.5\ d_x + 1.3\ m = 4.8119\ m$$

La distancia real de latiguillo D

$$D = 2\lambda + \lambda_4 = 7.0238$$

\* Las pérdidas para línea de  $7/8''$  es de 1.242 dB/100 (fabricante)

$$L_{Lat.} = 7.0238\ m * 1.242\ dB/100 = 0.0872\ dB$$

\* Las pérdidas para cada conector se estima de 0.1 dB (fabricante)

$$L_{Conect.} = 0.1\ dB * 4 = 0.4\ dB$$

$$P_{in\ Ant.} = 49.512\ dBm - 0.0872\ dB - 0.4\ dB = 49.0248\ dBm$$

$$P_{in\ Ant.} = 49.0248\ dBm - 30 = 19.0248\ dBw$$

$$P_{in\ Ant.} = 10^{(19.0248\ dBw/10)} = 10^{(1.90248\ dBw)} = 79.887\ w$$



## 6. Potencia entrada del arreglo MP4

$$P_{in MP6} = P_{in Ant.} \times 4 = 79.887 \text{ w} \times 4 = 319.55 \text{ w}$$

$$P_{in MP6} = 10 \log_{10}(319.55 \text{ w}) = 25.045 \text{ dBw}$$

$$P_{in MP6} = 25.045 \text{ dBw} + 30 = 55.045 \text{ dBm}$$

## 7. Pérdidas total en función de la potencia

$$L_{Total} = P_{Tx} - P_{in MP6} = 450 \text{ w} - 319.55 \text{ w} = 130.45 \text{ w}$$

## 8. Potencia Isotrópica Radiada Equivalente

$$PIRE_{(dBm)} = P_{Tx} - L_{Línea} - L_{Conect.} - L_{Dist.} - L_{Lat.} + G_{MP6}.$$

\* La ganancia del arreglo MP6 es 4.5 dBd, dado por el fabricante

$$G_{Ant.(dBi)} = 4.5 \text{ dBd} + 2.15 = 6.65 \text{ dBi}$$

$$\begin{aligned} PIRE_{(dBm)} &= 56.53 \text{ dBm} - 0.4968 \text{ dB} - 0.8 \text{ dB} - 0.1 \text{ dB} - 0.0781 \text{ dB} + 6.65 \text{ dBi} \\ &= 61.7051 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$PIRE_{(dBw)} = 61.7051 \text{ dBm} - 30 = 31.7051 \text{ dBw}$$

$$PIRE_{(W)} = 10^{(31.7051 \text{ dBw}/10)} = 10^{(3.1705 \text{ dBw})} = 1480.8122 \text{ w}$$





Simulación “Radio Jerusalén” León, con respecto a la potencia Tx 450w , arreglo

MP4,  $f=96.1$  MHz

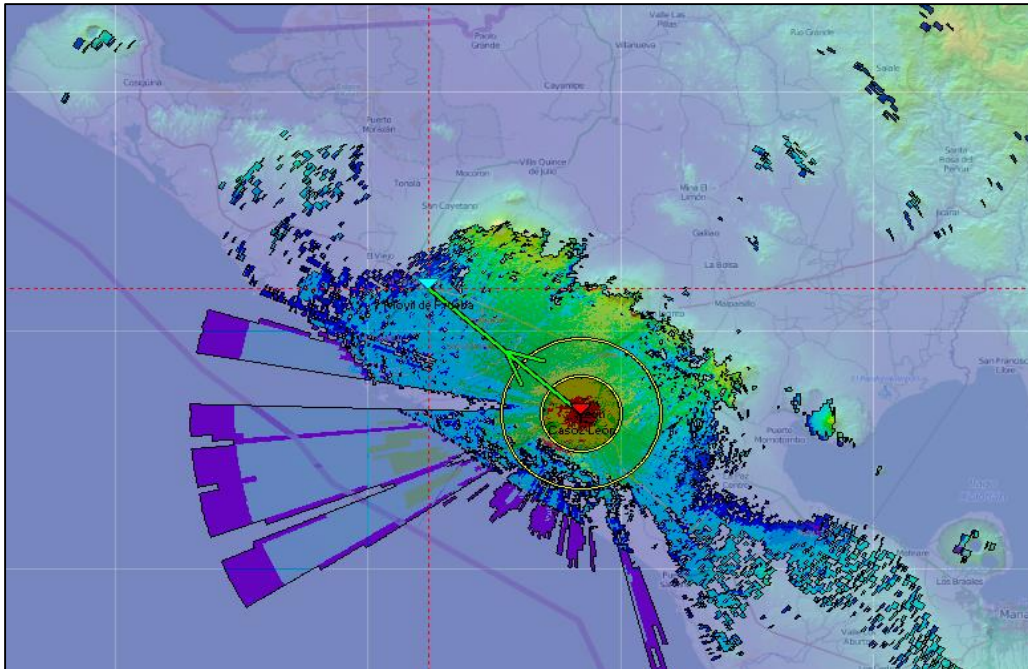


Figura 20 Radiación, “Radio Jerusalén” León, Software, Radio Mobile R.

Fuente: Simulación Software Radio Mobile R.

En la Figura 20, se muestra la simulación del patrón de radiación, para la “Radio Jerusalén” León, entendiendo que, el sistema de transmisión de esta emisora está estructurado por un arreglo de 4 antenas, una potencia de transmisión de 450 W, para una distancia radial de 30.52 Km.



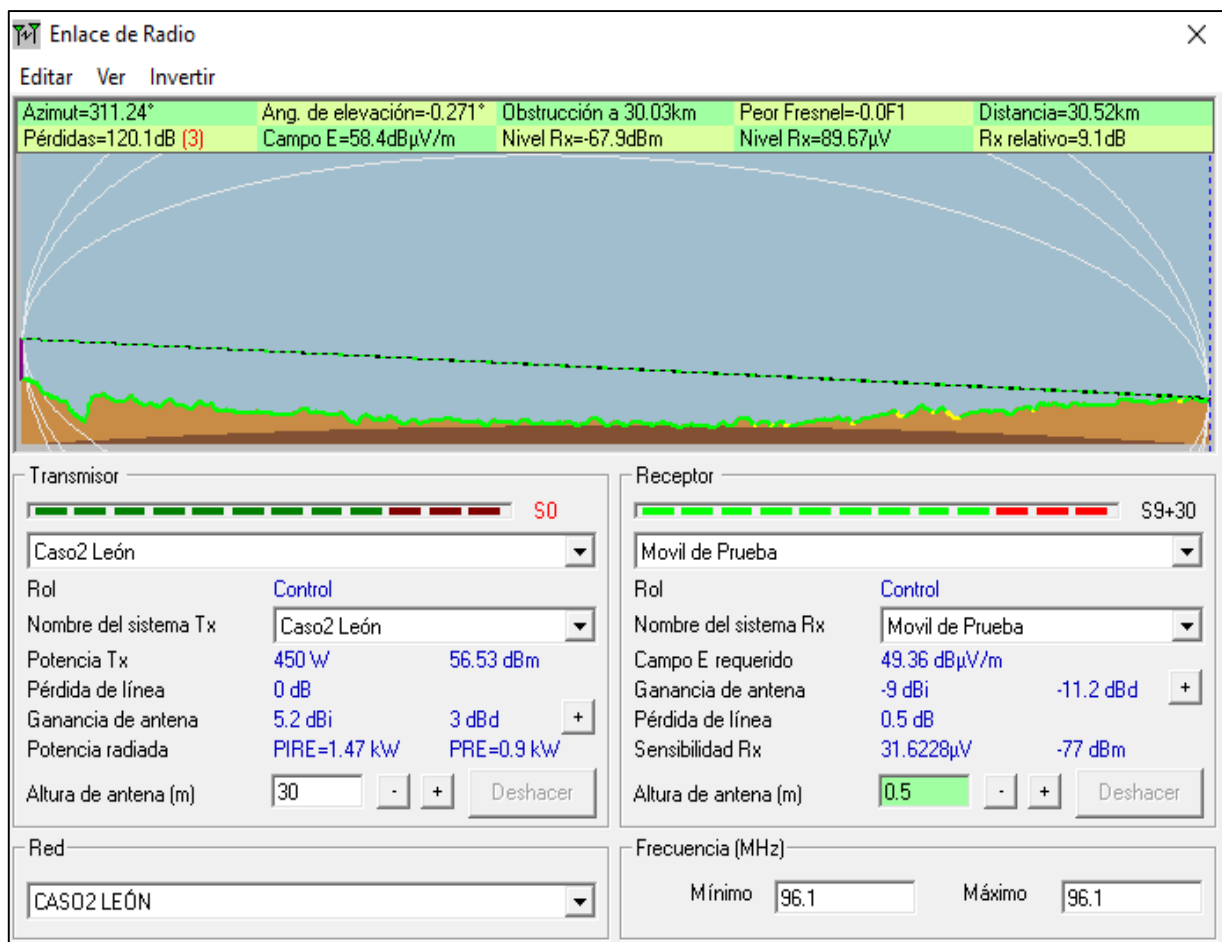


Figura 21 Tx y Rx, “Radio Jerusalén” León, Software, Radio Mobile R.

Fuente: Simulación Software Radio Mobile R.

En la Figura 21, se observa la simulación del nivel de cobertura, para la “Radio Jerusalén” León. Se muestra una calidad de recepción de -67.9 dBm, a una distancia radial de 30.52 Km.



## 4.4 Chinandega “Radio Dilextus”

Cálculos de perdida con respecto a la potencia Tx 450w, arreglo MP6, f=107.7 MHz

### 1. Potencia del Tx

$$P_{Tx} = 450 \text{ w}$$

$$P_{Tx} = 10 \log_{10}(450 \text{ w}) = 26.53 \text{ dBw}$$

$$P_{Tx} = 26.53 \text{ dBw} + 30 = 56.53 \text{ dBm}$$

### 2. Encontramos la potencia que entra en el distribuidor

$$P_{in \text{ Distr.}} = P_{Tx \text{ dBm}} - L_{\text{Línea}} - L_{\text{Conect.}}$$

\* Las pérdidas para línea de  $7/8''$ , es de 1.242 dB/100 (fabricante)

$$L_{\text{Línea}} = 40 \text{ m} * 1.242 \text{ dB}/100 = 0.4968 \text{ dB}$$

\*Las pérdidas para cada conector se estima de 0.1 dB (fabricante)

$$L_{\text{Conect.}} = 0.1 \text{ dB} * 4 = 0.4 \text{ dB}$$

$$P_{in \text{ Distr.}} = 56.53 \text{ dBm} - 0.4968 \text{ dB} - 0.4 \text{ dB} = 55.63 \text{ dBm}$$

$$P_{in \text{ Distr.}} = 55.63 \text{ dBm} - 30 = 25.63 \text{ dBw}$$

$$P_{in \text{ Distr.}} = 10^{(25.63 \text{ dBw}/10)} = 10^{(2.563 \text{ dBw})} = 365.59 \text{ w}$$

### 3. Potencia que sale del distribuidor

$$P_{out \text{ Distr.}} = P_{in \text{ Distr.}} - L_{\text{Distr.}}$$

\* Las pérdidas del distribuidor se estima de 0.1 dB.

$$P_{out \text{ Distr.}} = 55.63 \text{ dBm} - 0.1 \text{ dB} = 55.53 \text{ dBm}$$

$$P_{out \text{ Distr.}} = 55.53 \text{ dBm} - 30 = 25.53 \text{ dBw}$$

$$P_{out \text{ Distr.}} = 10^{(25.53 \text{ dBw}/10)} = 10^{(2.553 \text{ dBw})} = 357.272 \text{ w}$$



#### 4. Potencia proporcional al número de elementos n, a la salida del distribuidor

$$P_{P_{out\ Distr.}} = P_{out\ Distr.} / n = 357.272\ w / 6 = 59.545\ w$$

$$P_{P_{out\ Distr.}} = 10 \log_{10}(59.545\ w) = 17.7484\ dBw$$

$$P_{P_{out\ Distr.}} = 17.7484\ dBw + 30 = 47.7484\ dBm$$

#### 5. Potencia que entra en cada elemento

$$P_{in\ Ant.} = P_{P_{out\ Distr.}} - L_{Lat.} - L_{Conect.}$$

\* La distancia del latiguillo se calcula a partir de  $\lambda$ , longitud de onda

$$\lambda = \frac{c}{f} = 2.7958\ m, \lambda_4 = 0.6989\ m$$

Se considera  $d_x$ , a la separación entre cada elemento radiante

$$d_x = 0.75\ \lambda = 2.09685\ m$$

Se tienen 2.5 espacios de separación entre los 6 elementos radiantes,

a partir de la ubicación del distribuidor

$$d_{Lat\ Aprox.} = 2.5\ d_x = 5.2421\ m$$

La distancia real de latiguillo D

$$D = 2\lambda + \lambda_4 = 6.2905\ m$$

\* Las pérdidas para línea de  $7/8''$  es de 1.242 dB/100 (fabricante)

$$L_{Lat.} = 6.2905\ m * 1.242\ dB/100 = 0.0781\ dB$$

\* Las pérdidas para cada conector se estima de 0.1 dB (fabricante)

$$L_{Conect.} = 0.1\ dB * 4 = 0.4\ dB$$

$$P_{in\ Ant.} = 47.7484\ dBm - 0.0781\ dB - 0.4\ dB = 47.2703\ dBm$$

$$P_{in\ Ant.} = 47.2703\ dBm - 30 = 17.2703\ dBw$$

$$P_{in\ Ant.} = 10^{(17.2703\ dBw/10)} = 10^{(1.727\ dBw)} = 53.3334\ w$$



## 6. Potencia entrada del arreglo MP6

$$P_{in MP6} = P_{in Ant.} \times 6 = 53.3334 \text{ w} \times 6 = 320 \text{ w}$$

$$P_{in MP6} = 10 \log_{10}(320 \text{ w}) = 25.0514 \text{ dBw}$$

$$P_{in MP6} = 25.0514 \text{ dBw} + 30 = 55.0514 \text{ dBm}$$

## 7. Pérdidas total en función de la potencia

$$L_{Total} = P_{Tx} - P_{in MP6} = 450 \text{ w} - 320 \text{ w} = 130 \text{ w}$$

## 8. Potencia Isotrópica Radiada Equivalente

$$PIRE_{(dBm)} = P_{Tx} - L_{Línea} - L_{Conect.} - L_{Dist.} - L_{Lat.} + G_{MP6}.$$

\* La ganancia del arreglo MP6 es 4.5 dBd, dado por el fabricante

$$G_{Ant.(dBi)} = 4.5 \text{ dBd} + 2.15 = 6.65 \text{ dBi}$$

$$\begin{aligned} PIRE_{(dBm)} &= 56.53 \text{ dBm} - 0.4968 \text{ dB} - 0.8 \text{ dB} - 0.1 \text{ dB} - 0.0781 \text{ dB} + 6.65 \text{ dBi} \\ &= 61.7051 \text{ dBm} \end{aligned}$$

$$PIRE_{(dBw)} = 61.7051 \text{ dBm} - 30 = 31.7051 \text{ dBw}$$

$$PIRE_{(W)} = 10^{(31.7051 \text{ dBw}/10)} = 10^{(3.1705 \text{ dBw})} = 1480.8122 \text{ w}$$



Simulación, “Radio Dilextus” Chinandega, con respecto a la potencia Tx 450w,  
arreglo MP6,  $f=107.7$  MHz

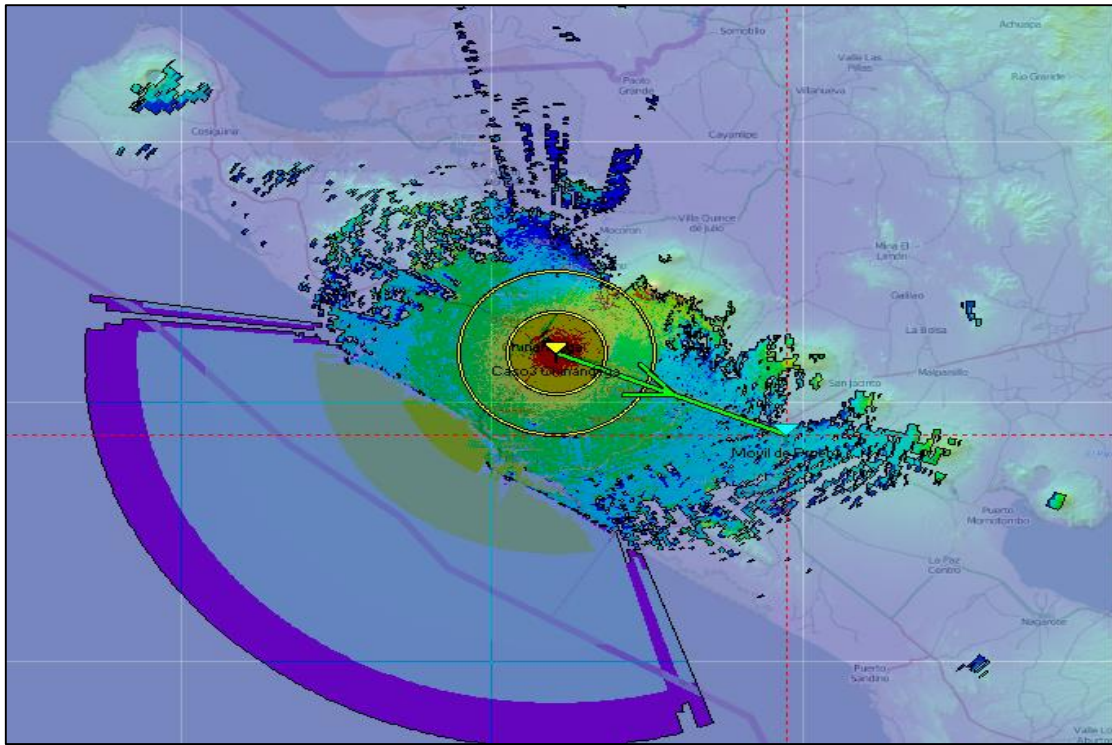


Figura 22 Radiación, “Radio Dilextus” Chinandega, Software, Radio Mobile R.

Fuente: Simulación Software Radio Mobile R

En la Figura 22, se muestra la simulación del patrón de radiación, para la “Radio Dilextus” Chinandega, entendiendo que, el sistema de transmisión de esta emisora está estructurado por un arreglo de 6 antenas, una potencia de transmisión de 450 W, para una distancia radial de 30.80 Km.

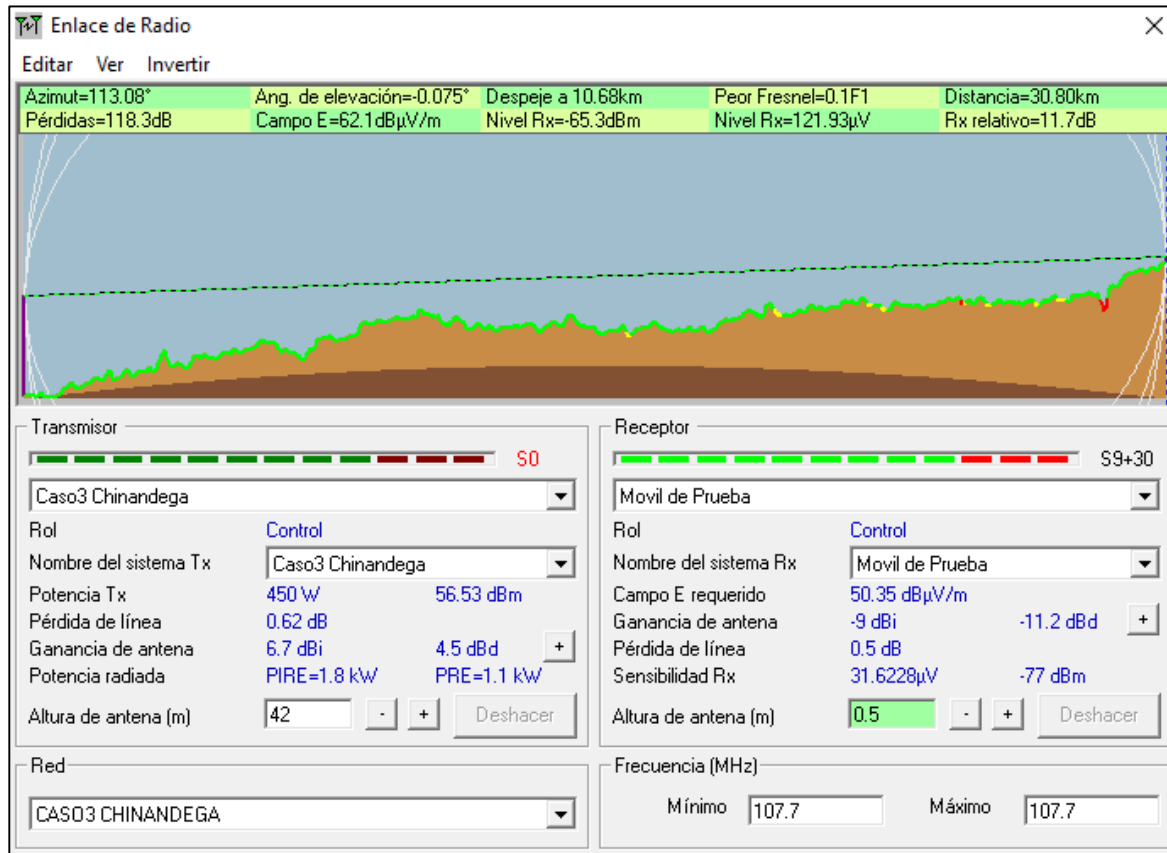


Figura 23 Tx y Rx, “Radio Dilextus” Chinandega, Software, Radio Mobile R.

Fuente: Simulación Software Radio Mobile R.

En la Figura 23, se observa la simulación del nivel de cobertura, para la “Radio Dilextus” Chinandega. Se muestra una calidad de recepción de -65.3 dBm, a una distancia radial de 30.80 Km.



## 4.5 Comparaciones entre los Casos

Se presenta a continuación el costo del consumo energético del transmisor, en dependencia del número de elementos radiantes, considerando que la sensibilidad de un radio receptor es de -80 dBm, (basado en las características de un receptor super heterodino, que es uno de los valores típicos en los radios y se le compara con el margen de desvanecimiento de Fm), Lo antes mencionado para evaluar si cumple con un nivel de confiabilidad de calidad de recepción de -69.9 dBm, a una distancia de 32km como radio circunferencial de cobertura, asumiendo que esta distancia fuese el permiso otorgado por TELCOR. Realizamos las operaciones matemáticas para determinar el consumo energético del sistema de radiación en base a la tarifa autorizada por el ente regulador INE que es de C\$ 5.6170 kWh, para radiodifusoras FM. Para este análisis utilizaremos un Transmisor con una potencia de 1, 000 W, y un factor de consumo de 1,450 VA. El valor tarifario para cada caso en la tabla 3, lo obtuvimos haciendo una regla de tres, multiplicando la potencia en W (con que se trasmite), por el factor de 1,450 VA del transmisor, y dividiendo el resultado entre los 1,000 W de potencia que puede entregar el Tx. El valor resultante lo dividimos entre mil, para obtener los KW/h, este valor lo multiplicamos por 14 horas que estaría al aire la radio en un día, el valor resultante lo multiplicamos por 31 días del mes y finalmente, el resultado lo multiplicamos por C\$ 5.6170, siendo esta la tarifa del INE que corresponde a radio emisoras en FM.



Tabla 16 Análisis de Casos, Potencia del Tx vs. Consumo

<b>Análisis de Casos.</b>					
<b>Nivel de recepción requerido, no menor a -69.9 dBm. A un radio de 30.5 Km, Utilizando un Transmisor de 1,000 W, de potencia. A razón de consumo de 1,450 VA.</b>					
<b>Casos y Ubicación</b>	<b>N° de Antenas</b>	<b>Ganancia dBd</b>	<b>Pot. Tx W</b>	<b>Nivel Rx dBm</b>	<b>Tarifa 2017 INE KW/h, Mes</b>
Radio "Guarda Barranco", El Sauce	1	-3 dBd	450 W	-73.9 dBm	C\$ 1,590.65
	1	-3 dBd	900 W	-70.9 dBm	C\$ 3,078.68
	1	-3 dBd	1000 W	-70.5 dBm	C\$ 3,420.75
	2	0 dBd	580 W	-69.8 dBm	C\$ 1,984.03
	4	3 dBd	300 W	-69.7 dBm	C\$ 1,026.22
	6	4.5 dBd	250 W	-69.0 dBm	C\$ 855.19
	8	6 dBd	150 W	-69.7 dBm	C\$ 513.11
Radio "Jerusalén", León	4	3 dBd	450 W	-67.9 dBm	C\$ 1,590.65
	4	3 dBd	300 W	-69.7 dBm	C\$ 1,026.22
	6	4.5 dBd	220 W	-69.6 dBm	C\$ 752.56
	8	6 dBd	150 W	-69.7 dBm	C\$ 513.11
Radio "Dilextus", Chinandega	6	4.5 dBd	450 W	-65.3 dBm	C\$ 1,590.65
	6	4.5 dBd	170 W	-69.5 dBm	C\$ 581.52
	8	6 dBd	120 W	-69.5 dBm	C\$ 424.17
Diseño de Radio "Vida Fm", Telica, Cerro. Mata de Caña.	6	4.5 dBd	450 W	-64.9 dBm	C\$ 1,590.65
	6	4.5 dBd	150 W	-69.7 dBm	C\$ 513.11
	8	6 dBd	120 W	-69.2 dBm	C\$ 424.17





### **Se tiene el transmisor con un elemento radiante**

Si el nivel de recepción requerido es de -69.9 dBm, para una distancia radial de 30.5 KM, y con una antena estamos transmitiendo a 450W, por simulación en el software Radio Mobile, obtenemos según la figura 19. que la señal llega al receptor con un nivel de -73.9 dBm, por lo tanto, no cumple con el nivel de recepción requerido.

Sí incrementáramos la potencia del Tx. a 900 W, según tabla 3, aun así, no se cumpliría con el nivel de calidad ya que la señal llegaría con -70.9 dBm.

Incrementando la potencia total del Tx, que equivale a 1000W la señal llegaría con un nivel de -70.5 dBm. Y pagando una factura de C\$ 3420.75 por el consumo del transmisor, sin mencionar que el Tx, podría sufrir daños irremediables, Por lo que concluimos que con una antena para este caso no se puede obtener un nivel de recepción de -69.9 dBm. A menos que se agregara más de una antena, como se muestra en la tabla 3 de este capítulo.

### **Se tiene el transmisor con un arreglo de dos elementos radiantes**

Si el nivel de recepción requerido es de -69.9 dBm, para una distancia radial de 30.5 KM, y con un arreglo de dos antenas, estamos transmitiendo a 450W, por simulación en el software Radio Mobile, obtenemos según la figura 24. que la señal llega al receptor con un nivel de -70.9 dBm, por lo tanto, no cumple con el nivel de recepción requerido.



Una posible solución, sería incrementar la potencia del transmisor a 580 W, como se muestra en la figura 25, llegando la señal con un nivel de recepción de -69.8dBm, esto incrementaría su factura energética según la Tabla 3, de C\$ 1,590.65 a C\$ 1,984.03, lo que representa una diferencia de 19.82 % más, que tendrá que facturar por costos energéticos en el tiempo, para poder cumplir con el parámetro requerido.

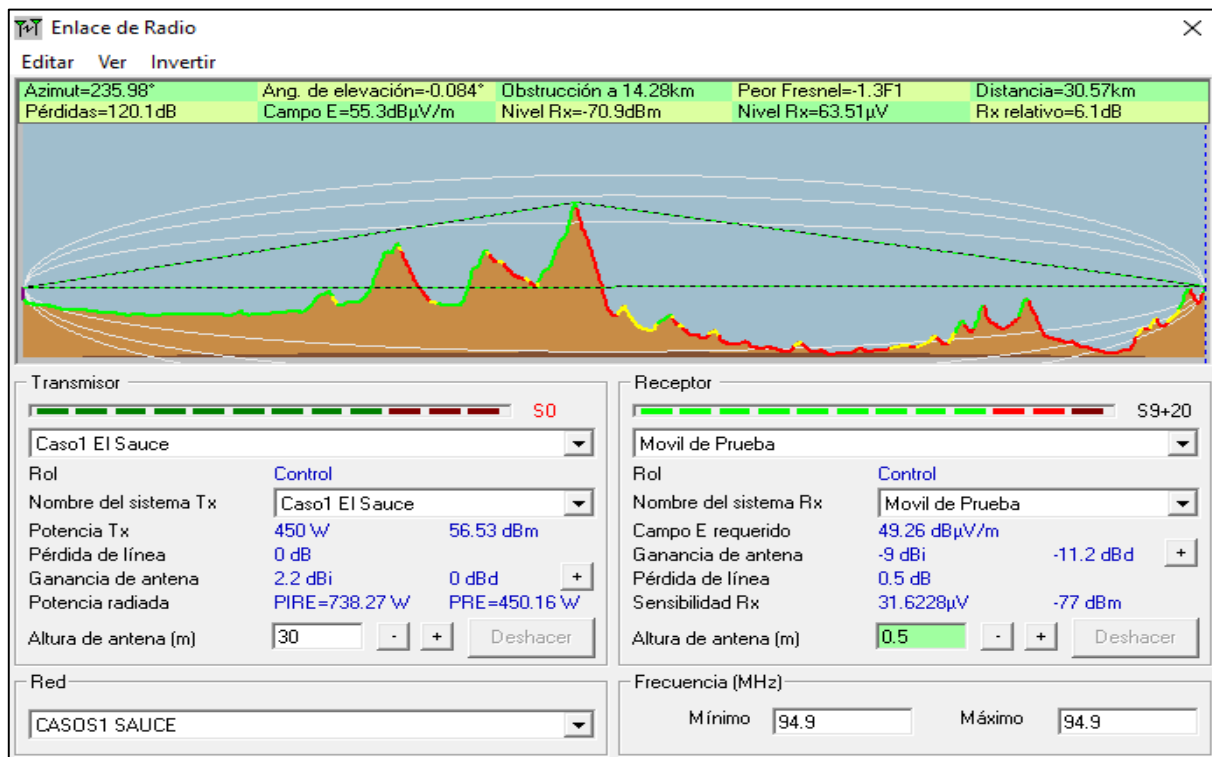


Figura 24 Tx y Rx, dos antenas, Tx a 450 W, “Radio Guarda Barranco”, Radio Mobile R.

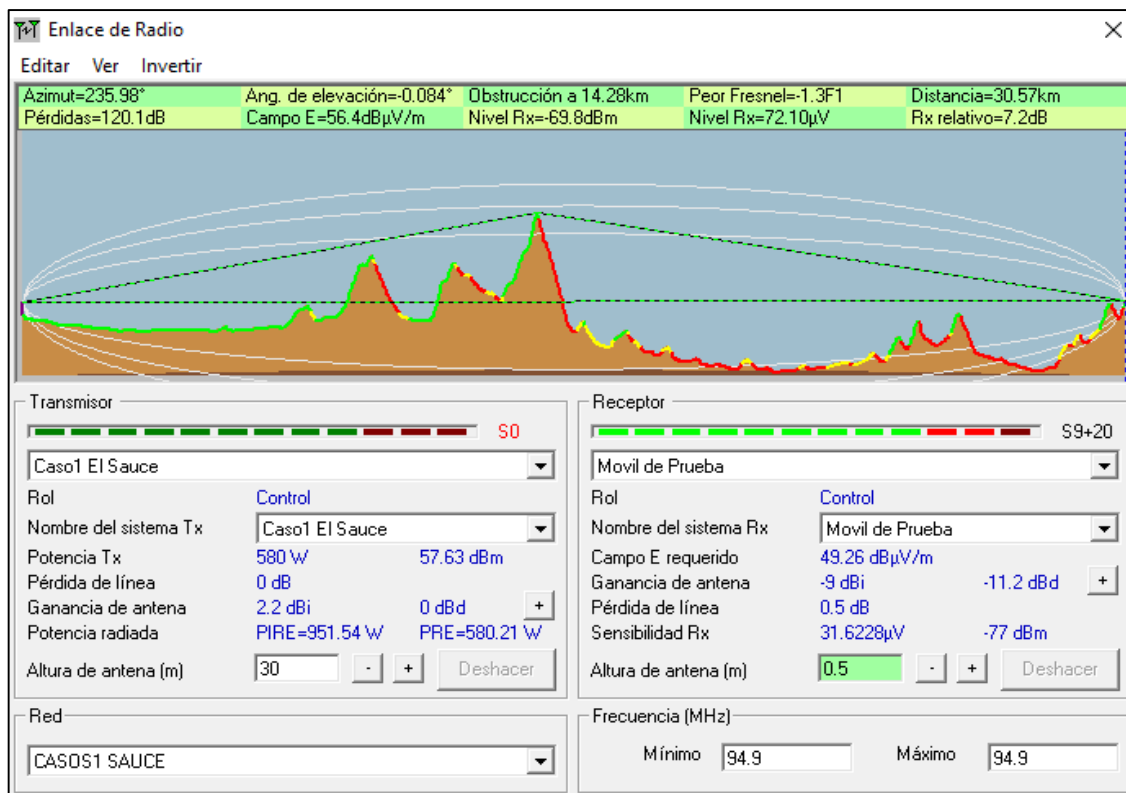


Figura 25 Tx y Rx, dos antenas, Tx a 580 W “Radio Guarda Barranco”, Radio Mobile R.

### **Se tiene el transmisor con un arreglo de cuatro elementos radiantes**

Si el nivel de recepción requerido es de -69.9 dBm, para una distancia radial de 30.5 KM, y con un arreglo de cuatro antenas, estamos transmitiendo a 450W, por simulación en el software Radio Mobile, obtenemos según la figura 21. que la señal llega al receptor con un nivel de -67.9 dBm, por lo tanto, cumple con el nivel de recepción requerido.



Sí consideramos que esta emisora (según el caso “Radio Jerusalén” León) por la tabla 3, radiando con esta potencia, actualmente factura un monto de C\$ 1,590.65, podría disminuir la potencia del transmisor a 300 W, gracias al factor de ganancia proporcionado por el arreglo de las 4 antenas, y llegaría a la distancia requerida con un nivel de recepción de -69.7 dBm con forme a la figura 26. Y según tabla 3, pagaría un monto por factura eléctrica de C\$ 1,026.22, esto representa un ahorro de 33.33 % en el tiempo, gracias a un sistema bien calibrado.

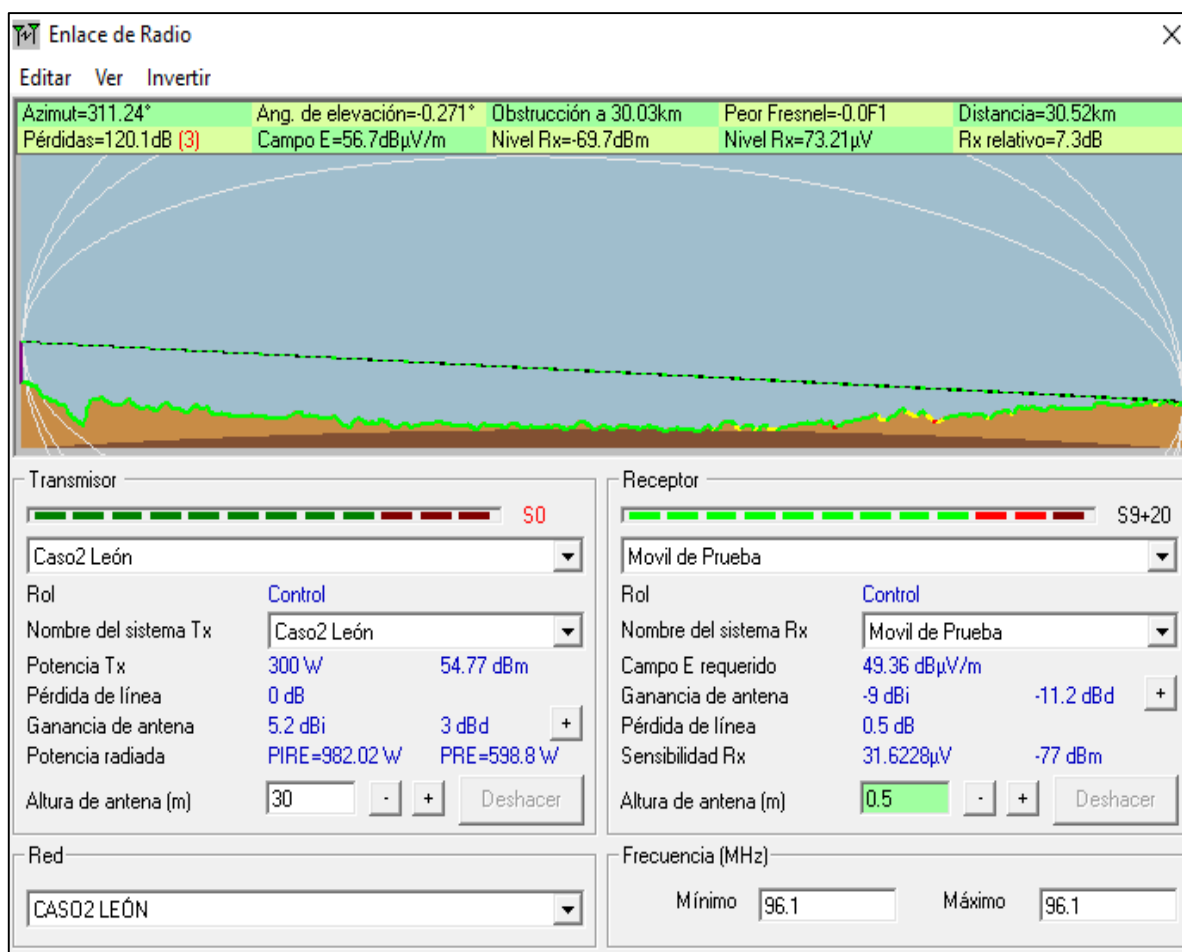


Figura 26 Tx y Rx, Sistema con cuatro antenas, “Radio Jerusalén”, Radio Mobile R.



### Se tiene el transmisor con un arreglo de seis elementos radiantes

Si el nivel de recepción requerido es de -69.9 dBm, para una distancia radial de 30.5 KM, y un arreglo de seis antenas, estamos transmitiendo a 450W, por simulación en el software Radio Mobile, obtenemos según la figura 23. que la señal llega al receptor con un nivel de -65.3 dBm, por lo tanto, cumple con el nivel de recepción requerido. Si consideramos que esta emisora (según el caso “Radio Dilextus” Chinandega) por la tabla 16, radiando con esa potencia, actualmente factura un monto de C\$ 1,590.65, disminuiría la potencia del transmisor a 170 W, gracias al factor de ganancia proporcionado por el arreglo de las 6 antenas, y llegaría a la distancia requerida con un nivel de recepción de -69.5 dBm conforme lo muestra figura 27. Y según tabla 16, pagaría un monto por factura eléctrica de C\$ 581.52, esto representa un ahorro de 36.55 % en el tiempo.

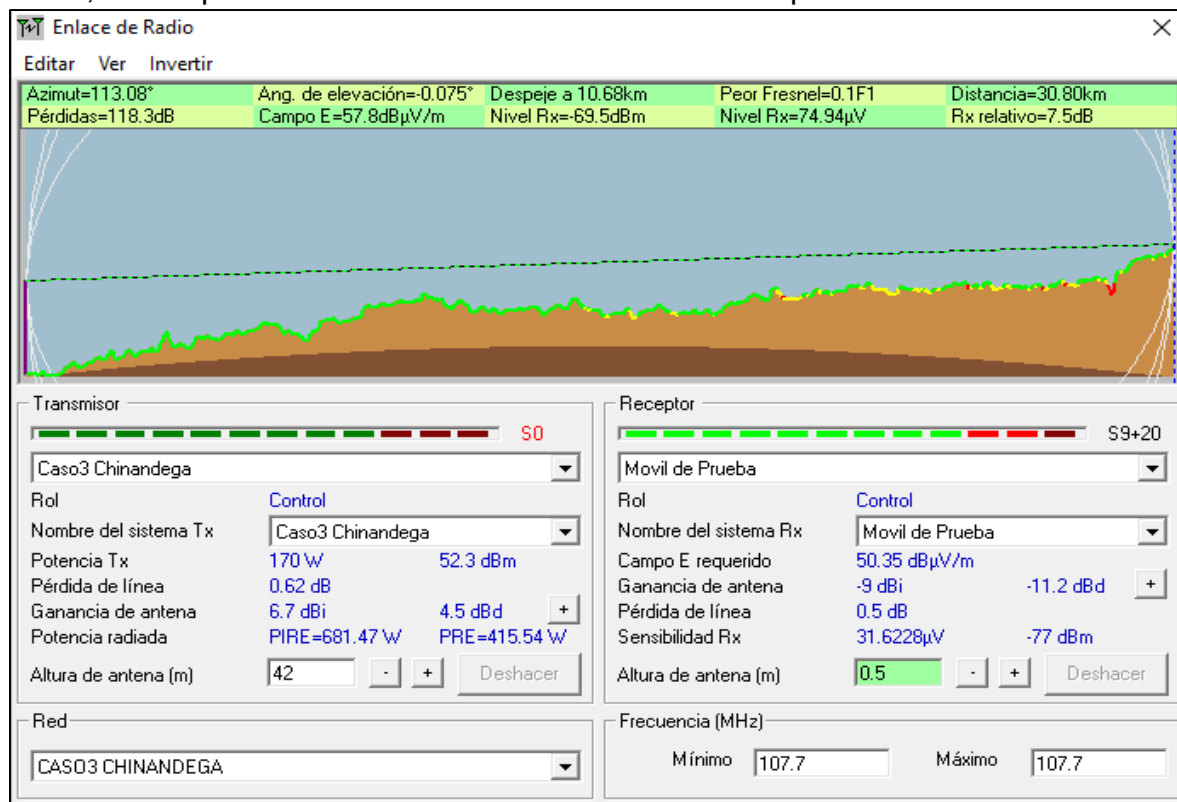


Figura 27 Tx y Rx, Sistema con seis antenas, “Radio Dilextus”, Radio Mobile R



### Se tiene el transmisor con un arreglo de ocho elementos radiantes

Si el nivel de recepción requerido es de -69.9 dBm, para una distancia radial de 30.5 KM, y con un arreglo de ocho antenas, poniendo como ejemplo nuestro Diseño Propuesto, podríamos transmitir con una potencia de 120 W, según figura 28, ya que con esta potencia, llegamos a la distancia requerida con un nivel de recepción de -69.2 dBm, lo que nos permite pagar conforme a tabla 3, una factura eléctrica C\$ 424.17, sin mencionar que podemos invertir en sistemas de energía verde y ahorrar mucho más.

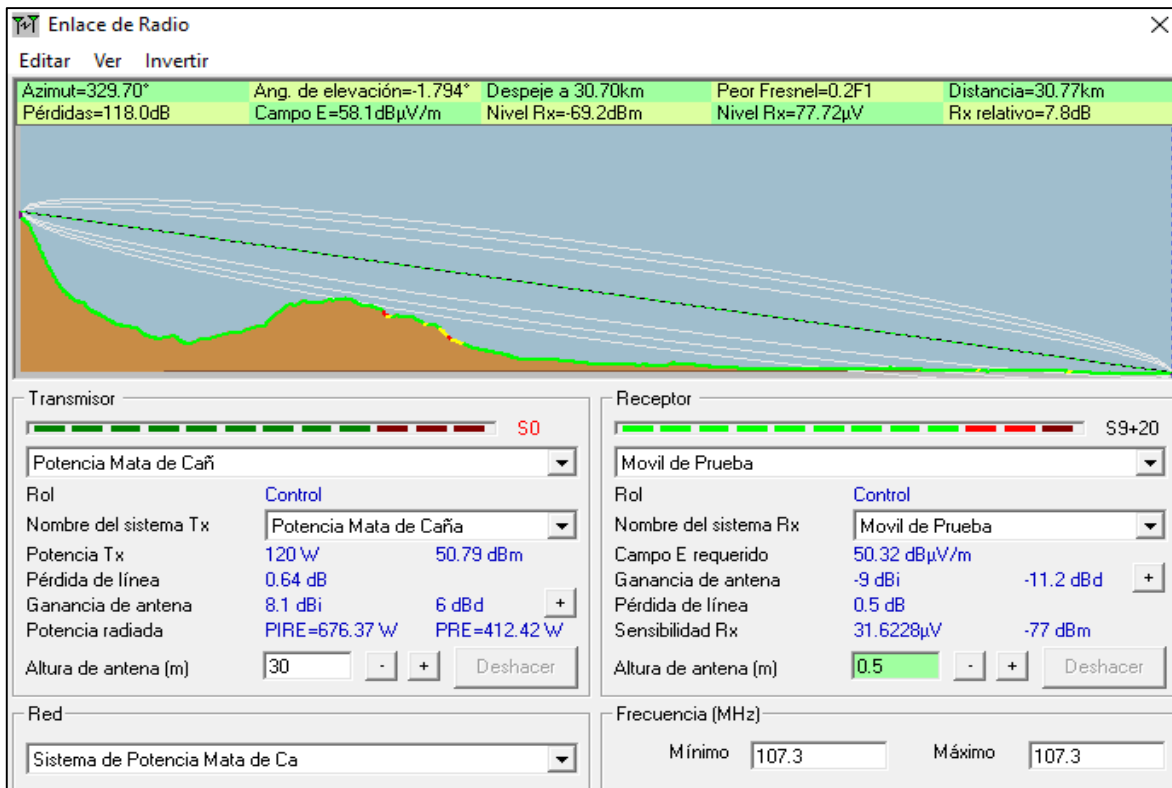


Figura 28 Tx y Rx, Sistema con ocho antenas, “Diseño Propuesto”, Radio Mobile R.



#### 4.5.1 Grafica comparativa

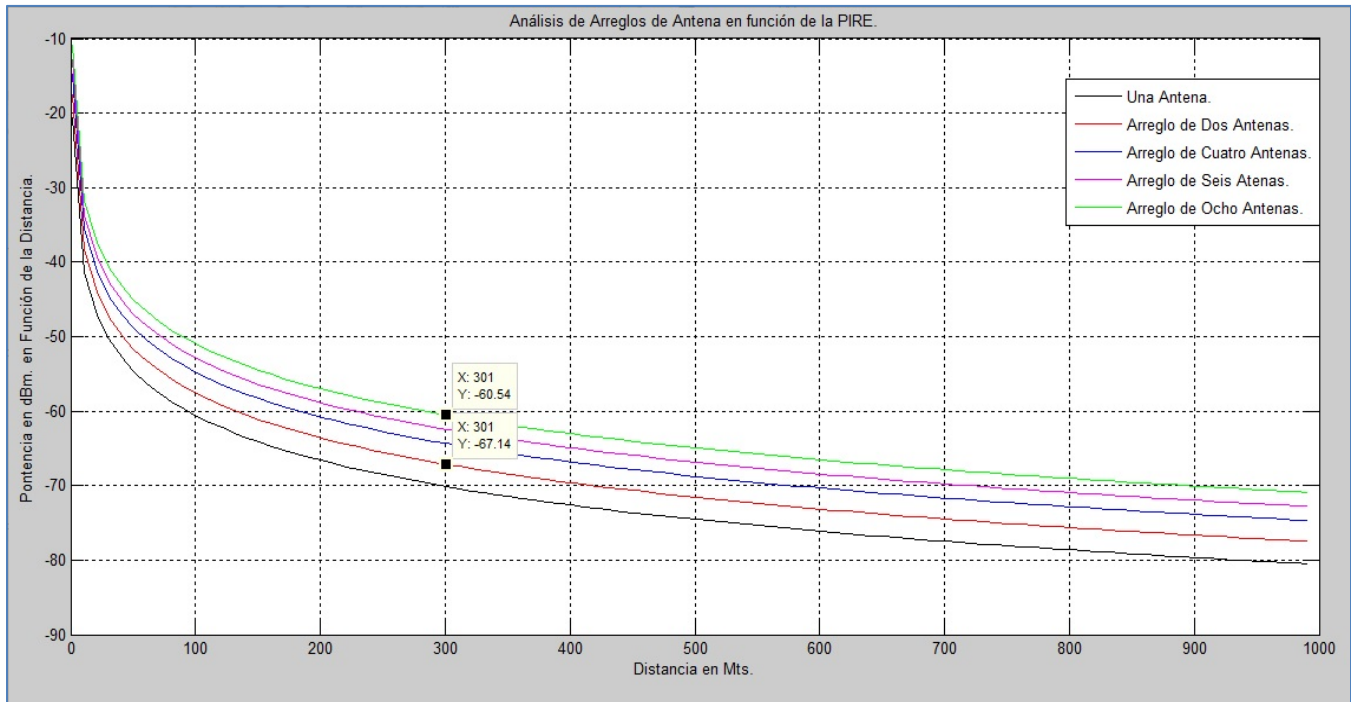


Figura 29, Análisis de Arreglos de Antenas en función de la PIRE, Software MATLAB R.

La Fig.29, muestra gráficamente los casos según el número de elementos radiantes: Observamos dos nodos de prueba, uno colocado en la línea de color café para el caso de 2 antenas, el cual marca una distancia de 30.1 Km, con un nivel de propagación de -67.14 dBm.

Y el otro nodo de prueba marca la línea de color verde para el caso de 8 antenas, el cual muestra una distancia de 30.1 Km, con un nivel de propagación de -60.54 dBm.

Demostrándonos que existe una diferencia exponencial significativa al utilizar un arreglo de dos antenas a un arreglo de 8 antenas. Incidiendo de forma directa en la cobertura de la señal y en el consumo energético.



## 5 Conclusiones

En conclusión podemos afirmar que los arreglos de antenas con un excelente dimensionamiento de líneas de transmisión y de conectores permiten mejores niveles de potencia isotrópica radiada equivalente para una estación de radio difusión Sonora en frecuencia modulada, considerando el consumo energético principal visto desde el mismo transmisor.

El factor clave es el mismo análisis de la potencia isotrópica radiada equivalente que no es más que la potencia suministrada por el transmisor, menos la pérdidas de líneas de transmisión y conectores más la ganancia del factor de arreglo de antenas, donde uno de los aspectos más significativos es que desde el punto de vista práctico y funcional de los operadores del servicio de radio difusión sonora FM, es que ellos prefieren invertir en transmisores de grandes niveles de potencias y a su vez en sistemas radiantes (antenas) muy limitados, de esta manera las facturas energéticas se vuelven en algunos de los casos intratables en el tiempo de operación.

Por su parte el éxito de este trabajo monográfico fue el simple hecho de demostrar que la mejor solución para tener una potencia isotrópica radiada equivalente más robusta y económica a su vez en función de la potencia de consumo del transmisor es maximizando y mejorando el factor de arreglo de las antenas produciendo un fuerte impacto económico, tal es así que para una potencia de recepción optima de -69.9 dBm con una cobertura de 50 Km de radio con un solo elemento radiante se necesitan 800 watt de transmisión con consumo de 1.16 kwh, proveniente de un transmisor de 1000 watt radiado con un consumo de 1450 va, pero con un arreglo pequeño de dos antenas para conseguir las mismas métricas de calidad de señal la potencia de transmisión se reduce a 400 watt para un consumo de 0.58kwh disminuyendo notoriamente el consumo y por ende así la factura





energética. A medida que los arreglos de antenas sean más robustos y mejor dimensionados los efectos positivos en la potencia de consumo por potencia radiada serán más notorios.

Ahora bien aunque la inversión inicial al momento de comprar una antena en el mercado es aproximadamente de \$ 500 dólares y comprar un sistema para dos antenas significaría invertir inicialmente \$ 300 dólares más, esto aparentemente sería un ahorro, pero tendría que aumentar potencia en el transmisor y eso se vería reflejado en la factura eléctrica en el tiempo, mientras que si inicialmente invierte \$ 800 dólares en un sistema para 2 antenas, podríamos decir que gracias a las ganancias que aportan estos dos elementos radiantes, no sería necesario subirle potencia al trasmisor, permitiendo que el pago de la factura eléctrica, según tabla actual de tarifas del INE, disminuya en un 50 % .

Es importante mencionar que si bien es cierto que existe una mejora substancial al momento que se aumenta el número de elementos radiantes de un arreglo de antenas principalmente si este es colineal (apilados en serie), pero también es cierto que aumenta el número de jumpers y conectores, pero aun así la mejora es muy generosa.



## Recomendaciones

Realizar pruebas de campo, para determinar la zona de cobertura Real, Una vez que el diseño de radio propuesto esté funcionando, comparando así la lectura real con los niveles teóricos y de esta manera poder realizar los ajustes necesarios para optimizar el servicio.

Se recomienda realizar mantenimientos preventivos periódicos a todo el sistema de producción y transmisión. Realizar el estudio de puesta a tierra para todos los equipos electrónicos, que poseerán tanto el estudio como el centro de transmisión.

Se pudiera considerar el uso de energía verde, para disminuir aún más los costos de factura energética. Ya que la ubicación del sistema de transmisión está en presencia de la no conectividad comercial del fluido eléctrico, esto conlleva a pensar en alternativas verdes tales como la energía solar. Además de un sistema de respaldo y seguridad, un Generador Guardian 120/240 VAC, para recargar los acumuladores en eventualidades del clima.

## Bibliografía

- [1] M. d. Gobernación, «Estatutos Iglesia Apostólica de la Fe en Cristo Jesús,» LA GACETA Diario Oficial, Managua, 2012.
- [2] IAFCJ, Reglamentos Internos, Carazo, 2013.



- [3] IACFJ, «Estudio de Viabilidad Técnico-Económico para la instalación de una emisora FM en el occidente de Nicaragua.,» Managua, 2014.
- [4] RECOMENDACION UIT-R BS.1195 , «Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,» 1995. [En línea]. Available: [http://www.itu.int/dms\\_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.1195-0-199510-S!!PDF-S.pdf](http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.1195-0-199510-S!!PDF-S.pdf) . [Último acceso: 8 Mayo 2015].
- [5] T. Waine, Siatemas de Comunicaciones de Electrónicas, Pearson Education: México , 2003.
- [6] N. I. León Chaaban , «Propuesta Técnica para la habilitación de una emisora F.M cumpliendo los requerimientos de CONATEL, para CVG Bauxilum Los Pijiguaos Estado Bolívar,» Barcelona, 2010.
- [7] I. L. Tsalafoutas Codina, «Proyecto para la implementación de una radio comunitaria en el centro cultural de Koudougou,» África, 2009.
- [8] IEEE, «Standard Definitions of Terms for Antennas,» *Revisión de ANSI/IEEE Std 145-1973*.
- [9] Balanis, Constantine, Antenna theory analisys and desing, John Wiley and Sons, 2nd ed.: New York.
- [10] S. Rocha, Metodología para el diseño y construcción de antenas, Centro de Investigación y desarrollo de tecnología digital, CITEDI: México, 2007.
- [11] J. Anguera y A. Pérez, Teoría de Antenas, Ingeniería La Salle, Universitat Ramon Llull: Barcelona, 2008.
- [12] P. Olivares, «Diseño de array lineal plano,» Universidad Autónoma de Madrid, 2011.
- [13] Chulde, H. J. (2009). Estudio y análisis de la tecnología de redes de frecuencia única y su aplicación en la radiodifusión. Quito.
- [14] Freeman, R. L. (2007). Radio system desing for telecommunications. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.



- [15] Garcia, S. (2013). Manual para radialistas. Bolivia: Segunda Edición .
- [16] IEC. (2010). International Standard IEC 62305-1. <http://st.jscin.gov.cn:8080/shentu/UserUploadFiles/files/20121203100634877.pdf>.
- [17] Mora, L. E. (2010). Diseño de una emisora FM: Estudio, Transmisor y Enlace.
- [18] OMB. (16 de 01 de 2017). Catalogo del producto: Antena de polarización circular. Obtenido de <http://www.omb.com/node/722>
- [19] OMB. (16 de 01 de 2017). Catalogo del producto: Transmisor FM 500W alta eficiencia. Obtenido de <http://www.omb.com/node/1185>
- [20] Palm, A. (2012). Setup, Test and Optimizing a Radio Link. [www.dresden-elektronik.de](http://www.dresden-elektronik.de).
- [21] Perez, H. (2010). La radio FM, vista tecnicamente.
- [22] Rábanos, J. M. (2010). Transmision por Radio. Madrid: Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S.A.
- [23] Tomasi, W. (2003). Sistema de Comunicaciones Electronicas. Mexico: Pearson Education.
- [24] UIT. (1986). Definiciones de la radiación en radiodifusión.
- [25] UIT. (2004). Mantenimiento de la adecuacion de los equipos de telecomunicaciones. <https://www.itu.int/rec/T-REC-K.63/es>.
- [26] UIT. (2013). Caracteristicas de Antenas Transmisoras en Ondas Metricas y Decimetricas. Ginebra: <https://www.itu.int/rec/R-REC-BS.1195/es>.
- [27] UIT. (2015). Metodo para medir la maxima desviacion de frecuencia de las emsiones de radiodifusion en frecuencia modulada (FM). Ginebra.
- [28] UIT. (13 de Enero de 2017). Obtenido de <http://www.itu.int>
- [29] TELCOR. (2017). <http://www.telcor.gob.ni>

**ANEXOS**



## ANEXO CAPITULO II



**Rec. UIT-R BS.1195**  
**RECOMENDACIÓN UIT-R BS.1195**  
**CARACTERÍSTICAS DE ANTENAS TRANSMISORAS**  
**EN ONDAS MÉTRICAS Y DECIMÉTRICAS**  
(Cuestión UIT-R 76/10)  
(1995)

1

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*Considerando*

- a) que, por medio de la Resolución 76-1, el ex CCIR ha decidido que los resultados de los estudios efectuados por la Comisión de Estudio 10 de Radiocomunicaciones y los correspondientes diagramas de antenas figuren en una Recomendación UIT-R publicada separadamente;
- b) que para la planificación de frecuencias se requiere información detallada sobre las características de los sistemas de antenas transmisoras y receptoras de ondas métricas y decimétricas;
- c) que se necesitan procedimientos informatizados para obtener, en forma normalizada, los diagramas de ganancia y directividad de los sistemas de antenas transmisoras y receptoras;
- d) que es esencial verificar por medio de mediciones tanto el diagrama de radiación de los elementos del sistema de antena como el diagrama de radiación del sistema de antena completo;
- e) que se necesitan métodos de medición normalizados para comprobar los diagramas de radiación mencionados en el *considerando* d);
- f) que cabe esperar diferencias entre las características teóricas y las que resultan de las mediciones debido a los aspectos prácticos de las antenas de ondas métricas y decimétricas,

*recomienda*

1. que las fórmulas contenidas en la Parte 1 del Anexo 1 y los programas de computador asociados que se describen en la Parte 3 de dicho Anexo se utilicen para evaluar las características de los sistemas de antenas de ondas métricas y decimétricas a los efectos de planificación;
2. que los métodos de medición expuestos en la Parte 2 del Anexo 1 se utilicen para comprobar las características en la práctica de los elementos del sistema de antena y del sistema de antena completo.



Rec. UIT-R BS.1195

## Elementos radiantes

### 4.1 Fuentes puntuales

Cuando la radiación de una antena cumple las condiciones de campo lejano (zona de Fraunhofer), es decir cuando la distancia desde la antena es de tal magnitud que los campos electromagnéticos son prácticamente perpendiculares a la dirección de propagación, la antena puede considerarse como fuente puntual.

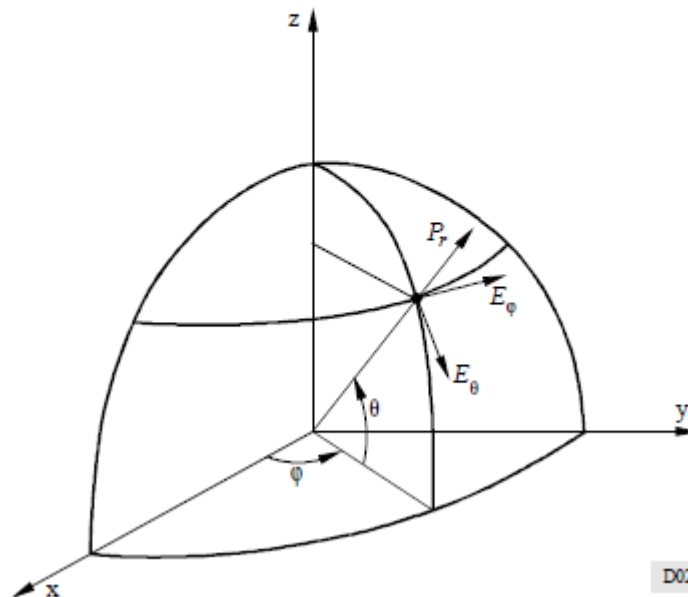
En ondas métricas y decimétricas esta distancia suele ser tan pequeña que, especialmente en la zona de servicio, todo elemento radiante puede considerarse como fuente puntual sea cual fuere su tamaño y complejidad.

Además, el diagrama de radiación de estas fuentes puntuales, tomado como aproximación de los elementos de radiación en ondas métricas y decimétricas típicos, es usualmente direccional.

En las condiciones de campo lejano, el flujo de potencia de una fuente puntual es siempre radial.

Por lo tanto, el vector de Poynting se origina sólo a partir de dos componentes de campo eléctrico transversales,  $E_\theta$  y  $E_\phi$ , tal como se muestra en la Fig. 2.

**FIGURA 2**  
**Relación entre el vector de Poynting y las componentes de campo eléctrico del campo lejano**







**Rec. UIT-R BS.1195**

Cuando el frente de onda esférica está a una distancia suficientemente grande, como para considerarse plano, el vector de Poynting promedio,  $P_r$ , (sólo componente radial) viene dado por:

$$P_r = \frac{E^2}{2 Z_0} \quad (7)$$

donde:

$$E^2 = E_\theta^2 + E_\phi^2 \quad (8)$$

y:

$Z_0$ : impedancia característica del espacio libre

$E$ : intensidad total del campo eléctrico.

Teniendo en cuenta la variación de la intensidad de campo eléctrico total a una distancia determinada, el diagrama resultante será una función de  $\theta$  y  $\phi$ . El diagrama que se obtiene normalizando los valores del mismo con respecto a su valor máximo (que se supone en la dirección de máxima radiación) se denomina diagrama de radiación de amplitud relativa.

La intensidad de campo eléctrico  $E$  producido a una distancia  $r$  por una fuente isótropa que radia una potencia  $P_{is}$ , viene dada por (véase también la Recomendación UIT-R P.525):

$$E = \left[ 30 P_{is} / r^2 \right]^{1/2} \quad \text{V/m} \quad (9)$$

donde:

$P_{is}$ : potencia isótropa (W)

$r$ : distancia (m).

La relación anterior también se conoce como condición de propagación en el espacio libre.

Relacionando la potencia isótropa radiada  $P_{is}$  con la potencia radiada por un dipolo de media onda  $P$ , es decir,

$$P_{is} = 1,64 P:$$

$$E = 7,014 \sqrt{P} / r \quad \text{V/m} \quad (10)$$

Expresando  $E$  (mV/m) y  $r$  (m):

$$E = 7,014 \times 10^3 \sqrt{P} / r \quad \text{V/m} \quad (11)$$

o expresando  $E$  (dB(μV/m)):

$$E = 20 \log_{10} (\sqrt{P} / r) + 136,9 \quad \text{dB(μV/m)} \quad (12)$$

Considerando una fuente puntual no isótropa, la intensidad de campo eléctrico,  $E_{ni}$ , radiada en las distintas direcciones dependerá del diagrama de radiación, de forma que:

$$E_{ni} = f(\theta, \phi) \cdot E_{is} \quad (13)$$

donde:

$E_{ni}$ : intensidad de campo en el punto de observación Q ( $r, \theta, \phi$ ) debida a una fuente puntual no isótropa que radia una potencia  $P$ ;

$f(\theta, \phi)$ : diagrama de radiación de amplitud relativa de la fuente puntual no isótropa;

$E_{is}$ : intensidad de campo en el punto de observación Q debido a una fuente puntual isótropa que radia la misma potencia  $P$ .



Rec. UIT-R BS.1195

## 4.2 Redes de fuentes puntuales

Cuando se consideran redes de fuentes puntuales como las que normalmente se encuentran en ondas métricas y decimétricas, donde frecuentemente se requieren complicados sistemas de antenas, los dos casos siguientes son de gran interés:

- a) redes de fuentes puntuales no isótropas idénticas;
- b) redes de fuentes puntuales no isótropas diferentes.

El caso a) hace referencia a redes con elementos que tienen diagramas de radiación de amplitud relativa iguales (con la misma forma) y orientados en la misma dirección. Este es generalmente el caso de una red de antenas de tipo panel dispuestas verticalmente (véase el § 6.4.1) orientadas en la misma dirección.

El caso b) es el más general, y en él no existe correlación alguna entre los diagramas de radiación de amplitud relativa de los elementos de la red, los cuales pueden orientarse arbitrariamente.

### 4.2.1 Multiplicación de diagramas

El principio de multiplicación de diagramas se aplica a redes con fuentes puntuales no isótropas idénticas (caso a) del § 4.2. Según este principio, la amplitud relativa del diagrama de radiación de una red de fuentes puntuales no isótropas idénticas es igual al producto del diagrama amplitud de una fuente individual por el de la red de fuentes puntuales isótropas, mientras que el diagrama de fase total es la suma de los diagramas de fase de la fuente individual y el de la red de fuentes puntuales isótropas.

Esto puede expresarse mediante:

$$E(\theta, \varphi) = f(\theta, \varphi) \cdot F(\theta, \varphi) \quad \angle \left( f_p(\theta, \varphi) + F_p(\theta, \varphi) \right) \quad (14)$$

en la que, de acuerdo con el sistema de coordenadas de la Fig. 1:

$E$ : vector de la intensidad de campo eléctrico

$f(\theta, \varphi)$ : función diagrama de radiación de amplitud relativa de la fuente individual

$f_p(\theta, \varphi)$ : función diagrama de radiación de fase de la fuente individual

$F(\theta, \varphi)$ : función diagrama de radiación de amplitud relativa de la red de fuentes isótropas (también denominado factor de la red)

$F_p(\theta, \varphi)$ : función diagrama de radiación de fase de la red de fuentes isótropas.

### 4.2.2 Suma de diagramas vectoriales

Cuando se considera el caso más general de una red de fuentes puntuales no isótropas y diferentes (es decir, fuentes no isótropas con diferentes diagramas de radiación y/u orientación distinta de la dirección de máxima radiación, como en el caso b) del § 4.2, no puede aplicarse el principio de la multiplicación de diagramas.

Esta es una situación típica para sistemas de antenas en ondas métricas y decimétricas, en los que los elementos radiantes (panel, Yagi, etc.) se consideran fuentes puntuales con diagramas de radiación idénticos o diferentes orientados en distintas direcciones.

En este caso, el diagrama de radiación resultante  $E(\theta, \varphi)$  se calcula mediante la suma vectorial de la radiación (en amplitud y fase) de cada fuente puntual o individual para un ángulo dado, expresada de la manera siguiente:

$$E(\theta, \varphi) = \sum_{i=1}^n E_i(\theta, \varphi) \quad (15)$$

donde:  $E_i(\theta, \varphi)$ : campo eléctrico radiado por la fuente  $i$ -ésima

$E(\theta, \varphi)$ : intensidad de campo resultante.



**Formato de Solicitud de Autorización para prestar servicios de Telecomunicaciones**

FECHA:

<b>1. DATOS DEL SOLICITANTE</b>			
1.1 Nombre:	<input type="text"/>		
1.2 Domicilio:	<input type="text"/>		
1.3 Teléfono:	<input type="text"/>	Fax:	<input type="text"/>
		R.U.C.:	<input type="text"/>
		<small>(Requerido en la Sección 4)</small>	
1.4 Correo Electrónico:	<input type="text"/>		

<b>2. DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL</b>			
2.1 Nombre:	<input type="text"/>		
2.2 Domicilio:	<input type="text"/>		
2.3 Teléfono:	<input type="text"/>	Fax:	<input type="text"/>
		R.U.C.:	<input type="text"/>
2.4 Correo Electrónico:	<input type="text"/>		

<b>3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO SOLICITADO</b>
<input type="text"/>
<input type="text"/>
<input type="text"/>



#### 4. DOCUMENTACIÓN QUE ACREDITA JURÍDICAMENTE AL SOLICITANTE\*

Partida de Nacimiento: ☐  
(Solo Medios de  
Comunicación Social)

R.U.C.: ☐  
(De la  
Empresa)

Identificación: ☐  
(Pasaporte o  
Cédula)

Acta Constitutiva: ☐  
(De la Sociedad  
Anónima)

Poder de Representante Legal: ☐

\*Toda documentación que sea presentada en copia, deberá estar autenticada por un Notario Público

#### 5. ESTRUCTURA ACCIONARIA DEL SOLICITANTE

Nombre de los Accionistas	Nacionalidad	Nº de Accionos	Valor Nominativo	Capital Aportado	% de Participación sobre el Total

#### 6. INGENIERIA DEL PROYECTO TÉCNICO

Características Técnicas: ☐

Referencia de la Capacidad Técnica: ☐

Descripción Funcional: ☐

Inventario de Equipos: ☐

Topología del Sistema: ☐

Coordenadas Geográficas\*: ☐

Plan de Expansión ☐

Mapa de área de Cobertura\*: ☐

\*Para Infraestructura y sistemas que harán uso del Espectro Radioeléctrico



**7. PROYECTO ECONOMICO**

Estado de Flujos: ☐

Detalle de Inversiones: ☐

Cuadro de Tarifas: ☐

Referencia de Capacidad Económica: ☐

Fuentes de Financiamiento: ☐

**8. COMENTARIOS O INFORMACIÓN ADICIONAL DEL TRAMITE SOLICITADO**


\_\_\_\_\_  
Firma del Solicitante o Representante Legal

Para Uso de TELCOR



## ANEXO CAPITULO III



### M-File Desarrollado en MATLAB 7.0 R12

```
function Untitled2()
%calculando la perdida en espacio libre
d=1:10:1000;
fs=32.44+20*log10(d)+ 20*log10(107.3);

%calculando la EIRP (dBm)
E=(10*log10(500)+30) -0.904 -0.2 +(-3.4);
Rx= E-fs;
plot(d,Rx,'k')
%para dos antenas
hold on

E=(10*log10(500)+30) -0.904 -0.6 +(-0);
Rx= E-fs;
plot(d,Rx,'r')

%para 4 antenas
hold on

E=(10*log10(500)+30) -0.904 -1 +(3.2);
Rx= E-fs;
plot(d,Rx,'b')
hold on

%para 6 antenas

E=(10*log10(500)+30) -0.904 -1.4 +(5.5);
Rx= E-fs;
plot(d,Rx,'m')
hold on

E=(10*log10(500)+30) -0.904 -2.4 +(8.4);
Rx= E-fs;
plot(d,Rx,'g')
grid
```



**Costos detallados de equipos de el total de inversión de este sistema de radio FM**

**Tabla 1. Equipos del Sistema de Transmisión.**

Item	Descripción	Cant.	Precio Unit. \$	P. Total \$
1	Transmisor FM/ 500W, OMB, EM 500 HE DIG PLUS COMPACT.	1	3,900.00	3,900.00
2	Sistema Radiante de Polarización Circular. <sup>8</sup> , OMB, MP-6R.	6	2,460.00	2,460.00
3	Duplexer, OMB, Band Pass Filter 87.5-108 MHz	1	1,400.00	1,400.00
4	Conectores (N), OMB, CN N PARA 1/2"	14	20.00	280.00
5	Conectores (EIA 7/8"), OMB, CN EIA 7/8" PARA 1/2"	6	55.00	330.00
6	Cable Coaxial (Lx Tx), OMB, HELIAX 1/2"	80 m	6.50	520.00
7	Filtro, OMB, Pasabanda 87.5-108 MHz.	1	\$1,400.00	1,400.00
8	***Embalajes	1	\$110.00	110.00
	Nota:	SUB TOTAL		\$ 10,400.00
		IVA		\$ 1,560.00
		TOTAL US\$		\$ 11,960.00
		T/Cambio		C\$ 26.60
	Costo de Sistema de Trasmisión (ETAPA DE POTENCIA) <sup>9</sup>			C\$ 318,136.00

<sup>8</sup> El sistema radiante de polarización circular está compuesto por seis radiadores, seis latiguillos de Cable HELIAX 1/2" y un distribuidor con entrada EIA 7/8" y seis salidas N.

<sup>9</sup> Proforma elaborada por OMB, TRANSAMERICA INT'L BROADCASTING, 3100 NW 72nd Ave Unit No 112, Miami, Fl 33122, bajo proforma C14-1112, del 11/09/14.





**Tabla 2. Materiales e instalación de torre de 50 m (ETAPA DE POTENCIA)**

Item	Descripción	Cant.	Precio Unit. \$	P. Total \$
1	Tramos	15	244.00	3,660.00
2	Copete	1	146.00	146.00
3	Base	1	112.00	112.00
4	Ancla para base de torre	1	24.00	24.00
5	Anclas de piso	3	63.00	189.00
6	Cable de retenida de 1/4"	690 m	0.99 / m	683.10
7	Juego de bridas	6	68.00	408.00
8	Nudo de 1/4"	65	1.44	93.60
9	Cuellos de 1/4"	34	1.88	63.92
	Nota:	SUB TOTAL		\$ 5,379.62
		IVA		\$ 806.95
		TOTAL U\$		\$ 6,186.57
		T/Cambio		C\$ 26.60
	Costo de Materiales e instalación de torre de 50 m en Cerro Mata de Caña (ETAPA DE POTENCIA)			C\$ 164,562.77

**Tabla 3. Materiales Caseta de Transmisión Cerro Mata de Caña.**

Ítem	Descripción	Cant.	P. Unit. \$	P. Total \$
1	Cielo Plano Gypsum regular ½”	6.25	12.80	80.00
2	Pared doble, combinada de Gypsum Regular Durock de 1/2 “	27.41	32.00	877.12
3	Suministro e instalación de Jambas de Gypsum regular.	6.20	9.00	55.80
4	Alero de Gypsum MR ½”	11.20	11.50	128.8
5	Fascia de Durock de ½”	11.20	19.00	212.8
6	Aislante R-19.	36.25	8.50	308.13
	Nota:	SUB TOTAL		\$ 1,662.65
		IVA		\$ 249.40
		TOTAL U\$		\$ 1,912.04
		T/Cambio		C\$ 26.60
	Costo de Caseta (ETAPA DE POTENCIA) <sup>10</sup>			C\$ 50,848.56

<sup>10</sup> Proforma elaborada por EMPRESA GYPSUM TOTAL SOLUCIONES, del 23/09/2014



**Tabla 4. Sistema de ILUMINACIÓN para cuartos de equipos de sistema de transmisión y sistema eléctrico respectivamente, generado por energía Solar.**

Ítem	Descripción	Cant.	Precio Unit. \$	P. Total \$
1	Kit Solar EGE 604- 20W, 4 lámparas led, cargador p/celular	1	156.00	156.00
	Nota:	SUB TOTAL		\$ 156.00
		IVA		\$ 23.40
		TOTAL U\$		\$ 179.40
		T/Cambio		C\$ 26.50
	Costo de Sistema de ILUMINACIÓN para cuartos de equipos de transmisión y equipos del sistema Fotovoltaico respectivamente (ETAPA DE POTENCIA) <sup>11</sup>			C\$ 4,754.10

**Tabla 5. Sistema Fotovoltaico Mixto a Implementar, Inventario de Equipos y Costos.**

Ítem	Descripción	Cant.	Precio Unit. \$	P. Total \$
1	Panel Solar WORD 250W, 24 V.	20	405.00	8,100.00
2	Baterías TROJAN L16 420 AMP. 6V	16	299.25	4,788.00
3	Controlador de EPSOLAR 60 AMP. 48 V	2	650.00	1,300.00
4	Inversor MAGNUM MS4448	1	1,719.00	1,719.00
5	Cables BC1 2/0	17	10.00	170.00
6	Cables BC5 2/0	2	30.00	60.00
7	Fusible MAGNUM 400 AMP	1	70.00	70.00
8	Estructura para Paneles	1	500.00	500.00
9	Mueble para Baterías	1	200.00	200.00
10	Generador GUARDIAN 7KW, 120/240 VAC	1	3,640.00	3,640.00
11	Kit de Materiales	1	2,000.00	2,000.00
12	Mano de Obra	1	1,700.00	1,700.00
	Nota: Garantía: Únicamente por desperfecto de fábrica. Baterías: 12 meses, Controlador: 24 meses, Paneles: 20 años, Inversor: 24 meses.	SUB TOTAL		\$ 24,247.00
		IVA		\$ 3,637.05
		TOTAL U\$		\$ 27,884.05
		T/Cambio		C\$ 26.60
	Costo de Sistema Fotovoltaico Mixto a Implementar (ETAPA DE POTENCIA) <sup>12</sup>			C\$ 741,715.73

<sup>11</sup> Proforma N°2962, elaborada por TECNOSOL, Puesto de Ventas Casa Matriz, del 18/09/2014

<sup>12</sup> Proforma elaborada por ECAMI S. A. del 23/09/2014



**Tabla 6. Topología del Sistema de Climatización (AIRE ACONDICIONADO) a Implementar con energía Solar. (ETAPA DE POTENCIA)**

Ítem	Descripción	Cant.	Precio Unit. C\$	P. Total C\$
1	Evaporador Mini 3/4T 230/1/60 R410 16SEER INVERTER-3° COMFORTSTAR.	1	C\$ 3,407.04	C\$ 3,407.04
2	Condensador Mini 3/4T 230/1/60 R410 INVERTER COMFORTSTAR.	1	C\$ 7,902.44	C\$ 7,902.44
	Nota:	SUB TOTAL		C\$ 11,309.48
		IVA		C\$ 1,696.42
		TOTAL C\$		C\$ 13,005.90
		T/Cambio		C\$ 26.20
		TOTAL U\$		\$ 496.04
	Costo de Sistema de Climatización A/C (ETAPA DE POTENCIA) <sup>13</sup>			C\$ 13,005.90

**Tabla 7. Topología del Sistema Antitrasientes (SUPRESORES DE PICOS) a Implementar en el sistema de Corriente alterna, generado por energía Solar. (ETAPA DE POTENCIA)**

Item	Descripción	Cant.	Precio Unit. \$	P. Total \$
1	Antitrasientes OMB	2	400.00	800.00
	Nota:	SUB TOTAL		\$ 800.00
		IVA		\$ 120.00
		TOTAL U\$		\$ 920.00
		T/Cambio		C\$ 26.6
		Costo de Sistema Antitrasientes supresores de picos (ETAPA DE POTENCIA)		

<sup>13</sup> Proforma N°7408, elaborada por FRIOAIRE INTERNACIONAL, del 23/09/2014



**Tabla 8. Topología del Sistema Puesta a Tierra (PARA - RAYO) a Implementar en la torre de Transmisión con un radio de 30 m. (ETAPA DE POTENCIA)**

Item	Descripción	Cant.	P. Unit. \$	P. Total \$
1	Pararrayos pdc3.1 marca ingesco electrónico	2	1,278.60	2,557.20
2	Mástil de 6MTS	2	110.00	220.00
3	Cable de cobre THOMPSON 28R ½ Pulg de diámetro	90	16.65	1,498.50
4	Contador de Rayos CDR11- INGESCO	2	420.00	840.00
5	Pieza de adaptación del mástil	2	110.00	220.00
6	Abrazadera de fijación del cable	200	27.87	5,574.00
	Nota:	SUB TOTAL		\$ 10,909.70
		IVA		\$ 1,636.46
		TOTAL U\$		\$ 12,546.16
		T/Cambio		C\$ 26.60
	Costo de Sistema <b>Puesta a Tierra, PARA – RAYO.</b> Cerro Mata de Caña (ETAPA DE POTENCIA) <sup>14</sup>			<b>C\$ 333,727.73</b>

**Tabla 9. Topología del Sistema Eléctrico a Implementar (Energía Solar), BALIZA de iluminación para la torre de Transmisión.**

Item	Descripción	Cant.	P. Unit. \$	P. Total \$
1	Kit Lámparas Obstruction Naps. 12V– 10 CD.	1	1,420.00	1,420.00
2	Servicio de Mano de Obra por instalación	1	300.00	300.00
	Nota:	SUB TOTAL		\$ 1,720.00
		IVA		\$ 258.00
		TOTAL U\$		\$ 1,978.00
		T/Cambio		C\$ 26.50
	Costo de Sistema Eléctrico por energía solar BALIZA Torre Cerro Mata de Caña (ETAPA DE POTENCIA) <sup>15</sup>			C\$ 52,417.00

<sup>14</sup> Proforma N° 633-SO-07762014, elaborada por Casa Mc GREGOR, del 22/09/2014

<sup>15</sup> Proforma N°2959, elaborada por TECNOSOL, Puesto de Ventas Casa Matriz, del 18/09/2014



**Tabla 10. Dispositivos para Radio Estudio en la Ciudad de León.**

Item	Descripción	Cant	Precio Unit. \$	P. Total \$
1	COM LIM 20, procesador de audio compuesto de limitador compresor.	1	2,100.00	2,100.00
2	ONE MIX 100 DIG, mesa estándar de estructura modular interna 6 canales.	1	2,000.00	2,000.00
3	Teléfonos Híbridos fijos GENERAL ELECTRIC	2	60.00	120.00
4	Audífonos Profesionales SONY HD	5	80.00	900.00
5	Micrófonos de Alta definición SM7B SHURE	5	350.00	1,750.00
6	Brazos	5	65.00	325.00
7	Filtros	5	55.00	275.00
8	Bocinas (Monitores) para cabina de Radio	2	110.00	220.00
9	Computadoras para programación y edición	2	950.00	1,900.00
	Nota:	SUB TOTAL		\$ 9,590.00
		IVA		\$ 1,438.50
		TOTAL US\$		\$ 11,028.50
		T/Cambio		C\$ 26.60
	Costo de Dispositivos para Radio Estudio en la Ciudad de León			C\$ 293,358.10

**Tabla 11. Muebles y enseres para radio estudio en la ciudad de León**

Item	Descripción	Cant.	Precio Unit. \$	P. Total \$
1	Escritorios	6	100	600
2	Mesa de Reuniones	2	120	240
3	Sillas	10	20	200
4	Basureros	6	2	12
5	Estantes	2	16	32
6	Organizadores de Bodega	2	200	400
7	Archivador	3	30	90
8	Varios Oficina	1	25	25
9		18	1.73	31.14
	Nota:	<b>SUB TOTAL</b>		\$1,630.14
		<b>IVA</b>		\$244.52
		<b>TOTAL US\$</b>		\$1,874.66
		<b>T/Cambio</b>		C\$26.60



	Costo de muebles y enseres para Radio Estudio en la Ciudad de León.	<b>C\$49,865.98</b>
--	---	---------------------

**Tabla 12. Materiales e instalación de torre de 18 m. del Radio Estudio en la Ciudad de León**

Item	Descripción	Cant.	Precio Unit. \$	P. Total \$
1	Tramos	6	118.00	708.00
2	Copete	1	63.00	63.00
3	Base	1	49.00	49.00
4	Ancla para base de torre	1	24.00	24.00
5	Anclas de piso	3	25.00	75.00
6	Cables de retenida de 1/8"	180 m	0.50 /m	90.00
7	Juego de bridas	3	42.00	126.00
8	Nudo de 3/16"	36	1.11	39.96
9	Cuellos de 3/16"	18	1.73	31.14
	Nota:	SUB TOTAL		\$ 1,206.10
		IVA		\$ 180.92
		TOTAL U\$		\$ 1,387.02
		T/Cambio		C\$ 26.60
	Costo de Materiales e instalación de torre de 18 m del Radio Estudio en la Ciudad de León.			C\$ 36,894.74

**Tabla 13. Topología del Sistema Puesta a Tierra (PARA - RAYO) a Implementar en la torre de 18 m del Radio Estudio en la Ciudad de León.**

<i>Ítem</i>	<i>Descripción</i>	<i>Cant.</i>	<i>P. Unit. \$</i>	<i>P. Total \$</i>
1	Pararrayos PDC3.1 marca INGESCO electrónico	2	1,278.60	2,557.20
2	Mástil de 6MTS	2	110.00	220.00
3	Cable de cobre THOMPSON 28R ½ Pulg. de diámetro	90	16.65	1,498.50
4	Contador de Rayos CDR11- INGESCO	2	420.00	840.00
5	Pieza de adaptación del mástil	2	110.00	220.00
6	Abrazadera de fijación del cable	200	27.87	5,574.00
	Nota:	<b>SUB TOTAL</b>		\$ 10,909.70
		<b>IVA</b>		\$ 1,636.46
		<b>TOTAL U\$</b>		\$ 12,546.16
		<b>T/Cambio</b>		C\$ 26.60



	Costo de Sistema <b>Puesta a Tierra, PARA – RAYO.</b> Torre Radio Estudio en la Ciudad de León <sup>16</sup>	<b>C\$ 333,727.73</b>
--	--	-----------------------

**Tabla 14. BALIZA de iluminación para la torre de 18 m del Radio Estudio en la Ciudad de León.**

Ítem	Descripción	Cant.	P. Unit. \$	P. Total \$
1	Kit Lámparas Obstruction Naps. 12V. – 10 CD.	1	1,420.00	1,420.00
2	Servicio de Mano de Obra por instalación	1	300.00	300.00
	<b>Nota:</b>	<b>SUB TOTAL</b>		\$ 1,720.00
		<b>IVA</b>		\$ 258.00
		<b>TOTAL U\$</b>		\$ 1,978.00
		<b>T/Cambio</b>		C\$ 26.50
	Costo de Sistema Eléctrico BALIZA Torre Radio Estudio en la Ciudad de León <sup>17</sup>			<b>C\$ 52,417.00</b>

**Tabla 15. Topología del Sistema de Climatización (AIRE ACONDICIONADO), Radio Estudio, Ciudad de León.**

Ítem	Descripción	Cant.	Precio Unit. C\$	P. Total C\$
1	Evaporador Mini 3/4T 230/1/60 R410 16SEER INVERTER-3° COMFORTSTAR.	1	C\$ 3,407.04	C\$ 3,407.04
2	Condensador Mini 3/4T 230/1/60 R410 INVERTER COMFORTSTAR.	1	C\$ 7,902.44	C\$ 7,902.44
	<b>Nota:</b>	<b>SUB TOTAL</b>		C\$ 11,309.48
		<b>IVA</b>		C\$ 1,696.42
		<b>TOTAL C\$</b>		C\$ 13,005.90
		<b>T/Cambio</b>		C\$ 26.20
		<b>TOTAL U\$</b>		\$ 496.04
	Costo de Sistema de Climatización A/C para Radio Estudio en la Ciudad de León <sup>18</sup>			<b>C\$ 13,005.90</b>

<sup>16</sup> Proforma N° 633-SO-07762014, elaborada por Casa Mc GREGOR, del 22/09/2014

<sup>17</sup> Proforma N°2959, elaborada por TECNOSOL, Puesto de Ventas Casa Matriz, del 18/09/2014

<sup>18</sup> Proforma N°7408, elaborada por FRIOAIRE INTERNACIONAL, del 23/09/2014



**Tabla 16. Topología del Sistema Antitrasientes (SUPRESORES DE PICOS) a Implementar en el sistema de Corriente alterna del Servicio Comercial, en el Radio Estudio, Ciudad de León.**

Ítem	Descripción	Cant.	Precio Unit. \$	P. Total \$
1	Antitrasientes OMB	2	400.00	800.00
			IVA	\$ 120.00
			TOTAL U\$	\$ 920.00
			T/Cambio	C\$ 26.6
	Costo de Sistema Antitrasientes supresores de picos			C\$ 24,472.00

**Tabla 17. Generador Eléctrico para Radio Estudio en la Ciudad de León.**

Ítem	Descripción	Cant.	Precio Unit. \$	P. Total \$
1	Generador GUARDIAN 7KW, 120/240 VAC	1	3,640.00	3,640.00
	Nota:		SUB TOTAL	\$ 3,640.00
			IVA	\$ 546.00
			TOTAL U\$	\$ 4,186.00
			T/Cambio	C\$ 26.60
	Costo de Materiales e instalación de acometida y sistema eléctrico del Radio Estudio en la Ciudad de León. <sup>19</sup>			C\$ 111,347.60

<sup>19</sup> Proforma elaborada por ECAMI S. A. del 23/09/2014





**Tabla 18. Materiales e instalación de radio en lace de Micro Ondas.**

Ítem	Descripción	Cant.	Precio Unit. \$	P. Total \$
1	MT/MR 20 PLATINUM (BANDA 280-300MHz)	1	3,100.00	3,100.00
2	ANT TX/RX, antena YAGUI de 10-14db, ganancia según frecuencia, de aluminio, frecuencia operativa de 175-960 MHz, suministrada en bandas de 10/20/30 MHz.	2	220.00	440.00
3	CN N PARA 1/2", conector N, 50 OMH, para cable HELIAX 1/2".	4	15.00	60.00
4	CABLE HELIAX DE 1/2". <sup>20</sup>	105 m	6.50/m	682.50
5	Embalaje <sup>21</sup>	1	35.00	35.00
	Nota:	SUB TOTAL		\$ 4,317.50
		IVA		\$ 647.63
		TOTAL U\$		\$ 4,965.13
		T/Cambio		C\$ 26.60
	Costo de Materiales e instalación de radio en lace de Micro Ondas			C\$ 132,072.6

<sup>20</sup> Proforma elaborada por OMB, TRANSAMERICA INT'L BROADCASTING, 3100 NW 72nd Ave Unit No 112, Miami, Fl 33122, bajo proforma C14-1115 del 12/09/14

<sup>21</sup> Proforma elaborada por OMB, TRANSAMERICA INT'L BROADCASTING, 3100 NW 72nd Ave Unit No 112, Miami, Fl 33122, bajo proforma C14-1098 del 08/09/14